
MBL/WHOI
0 0301 0013435 9







Die natürlichen PFLANZENFAMILIEN

nebst

ihren Gattungen und wichtigeren Arten

insbesondere den Nutzpflanzen

unter Mitwirkung zahlreicher hervorragender Fachgelehrten

begründet von

A. Engler und **K. Prantl**

fortgesetzt

von

A. Engler

ord. Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Berlin.



I. Teil. 1. Abteilung a:

Schizophyta: Schizomycetes von **W. Migula; Schizophyceae** von **O. Kirchner; Flagellata: Pantostomatineae, Protomastigineae, Distomatineae, Chrysomonadineae, Cryptomonadineae, Chloromonadineae, Euglenineae, Anhang zu den Flagellata** von **G. Senn.**

Mit 615 Einzelbildern in 140 Figuren, einem Specialregister für die Schizomyceten, sowie Abteilungs-Register.

Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1900.

SCHIZOPHYTA
(Spaltpflanzen).

Kleine, einzellige Pfl., deren Zellen rund, ellipsoidisch, cylindrisch oder schraubig gekrümmt sind und entweder einzeln leben oder zu fadenförmigen, flächenförmigen, traubigen oder kugeligen Verbänden vereinigt sind. Die Zelle besteht aus einer deutlichen, oft in ihren äußeren Schichten zu Gallerte aufquellenden oder selbst verschleimenden, bei der einen Gruppe meist nicht aus Cellulose, sondern aus Eiweißkörpern gebildeten Membran und einem protoplasmatischen Inhalt, welcher sich noch nicht wie bei höheren Pfl. in Zellkern und Plasma differenziert hat. Es ist zwar bei den blaugrünen Algen und einigen wenigen den Bacterien zugerechneten Organismen ein eigentümlicher, aus dichterem farblosem Plasma bestehender Centralkörper nachgewiesen worden, der wahrscheinlich als rudimentärer Zellkern zu deuten ist, doch fehlen demselben einige wesentliche Eigenschaften des Zellkerns höher organisierter Pfl. Der Inhalt der Spaltalgenzelle ist durch einen eigentümlichen Farbstoff, das Phycochrom, meist blaugrün oder spangrün, seltener blau, stahlblau, violett oder rot, niemals rein chlorophyllgrün gefärbt, während der der Bacterien meist farblos, seltener pfirsichblütrot oder grünlich (chlorophyllgrün) gefärbt ist.

Die Vermehrung erfolgt durch eine einfache Querteilung der Zelle; geschlechtliche Fortpflanzung fehlt vollkommen. Dagegen kommen Dauerzellen bei vielen Arten vor, bei den Spaltalgen als Arthrosporen, in welche sich die vegetativen Zellen umwandeln, bei den Bacterien teils als Endosporen, welche im Inneren vegetativer Zellen entstehen, teils als eine Art von Gonidien, welche oft durch wiederholte Längs- und Querteilungen aus vegetativen Zellen hervorgehen. Doch fehlt die Bildung von Dauerzellen vielen Arten vollständig und der Entwickelungskreis ist auf die vegetativen Zustände beschränkt, die oft mit großer Widerstandsfähigkeit gegen äußere schädliche Einflüsse begabt sind.

Vielen Formen kommt Eigenbewegung zu, welche bei den Bacterien meist durch geißelförmige Bewegungsorgane, bei den Spaltalgen wie es scheint durch undulierende Membranen bedingt wird. Die Eigenbewegung bleibt manchen Arten während der ganzen Lebensdauer, während sie bei anderen nur auf gewisse Entwickelungszustände beschränkt ist. Sie ist stets mit einer Rotation um die Längsachse verbunden.

Die Schizophyten haben jedenfalls einen gemeinschaftlichen Ursprung und sind nahe mit einander verwandt. Als die einfacher organisierte, vielleicht auch ältere Gruppe haben die Bacterien zu gelten, während die höher entwickelten in den Spaltalgen zu suchen sind. Die ersteren zeigen in manchen Formen entschieden eine gewisse Verwandtschaft zu den niedersten tierischen Organismen, den Flagellaten, sind überhaupt viel weniger typische Pfl., als die Spaltalgen. Diese zeigen aber keine näheren Beziehungen zu den höheren Algen. Jedenfalls nehmen die Bacterien die tiefste Stellung im Pflanzenreiche ein.

Eine scharfe Trennung zwischen den beiden Gruppen der Spaltpfl. ist zur Zeit nicht möglich; die gegenwärtig festgehaltene Grenze zwischen beiden ist conventionell, aber nicht überall auf natürliche systematische Merkmale begründet.

1. Klasse: *Schizomycetes, Bacteria.* Zellinhalt farblos oder seltener pfirsichblütrot oder chlorophyllgrün, aber ohne Chromatophoren.

2. Klasse: *Schizophyceae.* Zellinhalt gefärbt, aber nie pfirsichblütrot oder rein chlorophyllgrün.

W. Migula.

Schizomycetes
(Bacteria, Bacterien)

von

W. Migula.

Mit 16 Einzelbildern in 2 Figuren.

(Gedruckt im November 1895.)

Wichtigste Litteratur. O. F. Müller, Animalcula infusoria (1786). — Ehrenberg, Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen (1838). — Dujardin, Histoire naturelle des Zoophytes. Infusoires (1841). — Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen (1852). — F. Cohn, Untersuchungen über Bacterien (in den Beiträgen zur Biologie der Pfl., 1870 bis 1876). — R. Koch, Die Ätiologie der Milzbrandkrankheit, Beitr. zur Biologie der Pfl. Bd. II. Heft II, p. 277 (1876). — Billroth, Untersuchungen über die Vegetationsformen der *Coccobacteria septica* (1874). — Cienkowski, Zur Morphologie der Bacterien (1876). — Brefeld, Botanische Studien über Schimmelpilze, Bd. IV (1881). — Zopf, Zur Morphologie der Spaltpfl. (1882); Die Spaltpilze, III. Aufl. (1885). — De Bary, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien (1884); Vorlesungen über Bacterien, II. Aufl. (1887). — Baumgarten, Lehrbuch der pathologischen Mykologie (1890). — Hueppe, Die Formen der Bacterien (1886). — Flügge, Die Mikroorganismen, II. Aufl. (1886). — Schröter, Die Pilze in Kryptogamenflora von Schlesien (1886). — Winogradsky, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bacterien (1888). — A. Fischer, Untersuchungen über Bacterien, Pringsheim's Jahrbücher Bd XXVII (1895); Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde seit 1887. — Baumgarten, Jahresbericht über die Fortschr. in der Lehre von den pathogenen Mikroorganismen seit 1885. — Alfred Koch, Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Gährungsorganismen seit 1890. — Mitteilungen des kaiserl. Gesundheitsamtes 1881 und 1884 (2 Bde.). — Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamt seit 1885. — Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten. — Archiv für Hygiene. — Arbeiten aus dem bacteriologischen Institut der technischen Hochschule zu Karlsruhe. — Annales de l'Institut Pasteur.

Merkmale. Sehr kleine, einzellige, chlorophyllfreie, farblose, selten schwach rosa oder grün gefärbte Organismen, welche sich nach 1, 2 oder 3 Richtungen des Raumes teilen und zu fadenförmigen, flächenförmigen oder würfelförmigen Verbänden angeordnet sein können. Fadenbildende Arten zuweilen von einer Scheide umgeben. Membran meist aus Eiweißkörpern bestehend. Zellinhalt meist homogen, ohne Zellkern, an dessen Stelle zuweilen ein sogenannter Centralkörper. Geschlechtliche Fortpflanzung fehlt. Dauerzellen bei vielen Arten in Form von Endosporen oder Gonidien beobachtet.

Vegetative Zustände. Die Bacterien gehören zu den am einfachsten organisierten lebenden Wesen; ihre äußere Gestalt ist auf 3 Grundtypen zurückzuführen, auf die Kugel, das cylindrische und das schraubig gewundene Stäbchen. Die Kugelform tritt bei der ersten Familie der Bacterien, den *Coccaceae*, ausschließlich auf, erleidet aber durch den Prozess der Zellteilung und durch gegenseitigen Druck der nach der Teilung zu kleineren oder größeren Verbänden vereinigt bleibenden Zellen verschiedene Abweichungen von der normalen Form. Teilen sich die Kugelzellen nur nach einer Richtung des Raumes (*Streptococcus*), so können perlschnurartige Ketten entstehen, die zuweilen aus an den Berührungspunkten mehr oder weniger abgeplatteten Zellen bestehen. Auch die sogen. Diplococcenform, welche durch 2 semmelartig an einander hängende Coccen gebildet wird, kommt bei *Streptococcus* vor. Teilen sich die Zellen nach 2 Richtungen

des Raumes (*Micrococcus, Planococcus*), so können die Zellen, wenn sie nach der Teilung verbunden bleiben, Diplococcen bilden oder Tetracoccen, wenn alle 4 Tochterzellen vereinigt bleiben. Geht diese Anordnung der Teilungsprodukte noch weiter, so entstehen einschichtige Täfelchen, früher als eigene Gattung *Merista* oder *Merismopedia* bezeichnet, welche zuweilen bis 64 Zellen enthalten können; je 4 Zellen sind dabei immer einander genähert. Teilen sich die Kugelzellen nach 3 Richtungen des Raumes (*Sarcina, Planosarcina*), so entstehen bei Verbundenbleiben der Teilungsprodukte Diplococcen, Tetracoccen oder endlich waarenballenartig eingeschnürte Packete, Würfel, welche aus 8 Zellen oder einem Mehrfachen von 8 bestehen. Die Art der Anordnung der Zellen zu Verbänden ist nicht nur nach den Arten verschieden, sondern hängt auch sehr wesentlich von der Beschaffenheit der Nährböden ab. So bilden viele *Sarcina*-Arten nur in Heuinfus Packete, während sie auf festen Nährböden in Form von Einzelzellen, Diplococcen oder Tetracoccen vorkommen. Der Durchmesser der Zellen bei den *Coccaceae* schwankt zwischen 0,5 und 3 μ, ist aber für jede Art innerhalb gewisser Grenzen constant. — Die *Bacteriaceae* enthalten nur Formen mit geraden, kürzer oder länger stäbchenförmigen Zellen. Die kürzesten Zellen sind oft kaum von *Coccaceae* zu unterscheiden, lassen sich aber durch die Art der Zellteilung von Kugelbacterien trennen. Die Dicke der Stäbchen schwankt zwischen 0,3 und und 4 μ, die Länge kann bei den kürzesten Formen weniger als 1 μ betragen, bei den langzelligsten aber bis 20 μ und selbst darüber. Sehr oft bleiben die Zellen zu kürzeren oder längeren Fäden vereinigt, bei denen es oft schwer fällt, die Scheidewände zwischen den einzelnen Zellen zu erkennen. Die Teilung erfolgt nur nach einer Richtung des Raumes und zwar senkrecht zur Längsachse der Zelle. Die Enden der Stäbchen können in verschiedenem Grade abgerundet oder selbst etwas zugespitzt, oder auch stumpf, fast abgehackt erscheinen. — Die Schraubenbacterien besitzen Zellen, die in verschiedenem Grade schraubig gekrümmt sind. Oft stellt die einzelne Zelle (z. B. *Microspira Komma*) nur einen Teil eines Schraubenumganges vor, und wenn die Schraube dann sehr flach ist, so ist es oft sehr schwer, diese Zelle von gewöhnlichen geraden Stäbchen zu unterscheiden, ebenso wenn die Zellen dem Beobachter die gekrümmte Rück- oder Bauchseite zukehren. In anderen Fällen können die Schrauben bei der gleichen Art sehr lang sein, sind dann aber meist aus zahlreichen Zellen gebildet. Nur aus einer Zelle wird eine verhältnismäßig lange und eng gewundene Schraube bei *Spirochaeta plicatilis* gebildet. Die Höhe der Schraubenumgänge sowie die Breite derselben ist für die einzelnen Arten charakteristisch. Auch die Dicke der Zellen, welche sich stets nur nach einer Richtung, senkrecht zur Längsachse der Zelle teilen, ist für jede Art ziemlich constant. Zu den Schraubenbacterien gehören die größten bekannten Arten, so *Spirillum volutans*, welches 2,0—2,5 μ dicke und 30—50 μ lange Zellen besitzt. — Die Scheidenbacterien haben cylindrische gerade Zellen von verschiedener Höhe, unterscheiden sich aber abgesehen von anderen morphologischen und entwickelungsgeschichtlichen Differenzierungen schon dadurch von den fadenbildenden *Bacteriaceae*, dass ihre Fäden noch von einer besonderen Scheide umgeben sind. Die Zellteilung findet hier auch zunächst nur in einer Richtung des Raumes, nämlich senkrecht zur Längsachse der Zelle statt und bei den Gattungen *Thiothrix*, *Streptothrix* und *Cladothrix* bleibt diese Zellteilung die einzige. Bei den Gattungen *Crenothrix* und *Phragmidiothrix* tritt jedoch am Ende der vegetativen Entwickelung eines Fadens Teilung auch nach den beiden anderen Richtungen des Raumes ein, wodurch cubische Zellen entstehen, die sich abrunden und als eine Art Gonidien die Hülle verlassen. Eine Art Verzweigung tritt bei *Cladothrix* und vielleicht auch bei *Phragmidiothrix* auf. Bei der ersteren Gattung wird durch intercalares Wachstum und Zellteilung in mittleren Partien des Fadens eine Spannung hervorgerufen, welcher die nicht mehr mit fortwachsende Scheide schließlich nicht mehr folgen kann, so dass sie zuletzt an irgend einem Punkte reißt. Durch diesen Riss tritt nun der untere Teil der Zellreihe hervor, wächst in dieser neuen Richtung weiter und bildet sofort eine neue Scheide. Es stellt dieser Vorgang also einen Fall von Pseudodichotomie dar. Bei *Phragmidiothrix* scheinen einzelne der cubischen Zellen noch innerhalb der Scheide diese durchbrechend zu kleinen Ästen auszuwachsen; doch steht es vorläufig noch nicht fest, ob es sich in diesem Falle nicht

um kleine epiphytische Bacterienformen handelt. — Bei den *Beggiatoaceae* finden sich genau dieselben Verhältnisse wie bei *Oscillaria* wieder; der scheidenlose Faden wird aus kurzen cylindrischen Zellen gebildet, die sich durch ihren inneren Bau wesentlich von den Stäbchenbacterien unterscheiden und den Spaltalgen anschließen.

Der Bau der Bacterienzelle ist ein überaus einfacher und weicht von dem anderer Pflanzenzellen wesentlich ab. Die bei allen Bacterien deutlich sichtbare Membran wird in den meisten Fällen nicht aus Cellulose oder einem ähnlichen Kohlehydrat gebildet, sondern aus Eiweißkörpern, denen allerdings zuweilen wechselnde Mengen eines sich mit Jod blau färbenden Kohlehydrates eingelagert sein können. Solche sich mit Jod blau färbende Zellmembranen kommen bei Gährungserregern (*Bacterium Pasteurianum*) vor, während bei anderen wieder der Zellinhalt auf Jodzusatz blau wird (*Spirillum amyliferum* Van Tieghem). Bei *Sarcina ventriculi* wurde Blaufärbung der Membran durch Anwendung von Jod und Schwefelsäure erreicht; doch tritt diese Reaction nicht immer ein, sondern scheint mit der Beschaffenheit des Nährsubstrates in Beziehung zu stehen. Bei manchen Arten vermögen die äußeren Membranschichten in außergewöhnlichem Grade aufzuquellen und eine schleimige oder gallertartige Beschaffenheit anzunehmen, so namentlich bei *Streptococcus mesenterioides*. Doch sind diese mächtigen Gallertmembranen, welche den Durchmesser der eigentlichen Zelle bis 20fach übertreffen können, nur unter besonderen Bedingungen entwickelt, bei *Streptoc. mesenterioides* z. B. nur in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, während sie auf festen zuckerfreien Nährböden vollständig fehlen. Bei vielen pathogenen Arten findet ebenfalls eine mächtige Verschleimung oder Vergallertung der äußeren Membranschichten statt, aber nur im Tierkörper, nicht in künstlichen Culturen.

Der Inhalt der Bacterienzelle scheint nicht bei allen Arten eine gleiche Beschaffenheit zu zeigen. Wegen seiner Fähigkeit, Kernfarbstoffe in erhöhtem Maße aufzunehmen, ist von Klebs, später namentlich von Bütschli, die Ansicht ausgesprochen worden, dass die ganze Bacterienzelle als ein von Membran umgebener Zellkern aufzufassen sei, wobei das Plasma entweder ganz reduciert oder auf geringe Reste, die meist an den Polen liegen, beschränkt sei. Dieser Auffassung steht die Thatsache entgegen, dass die Bacterienzelle plasmolysiert werden kann und dass sich in den größeren Formen endosporer Bacterien bei weiterer Entwickelung der Cultur stets Vacuolen, Zellsafträume bemerkbar machen, welche bei Plasmolyse verschwinden und bei Wasserzutritt von neuem entstehen. Auf diese Vacuolen ist wahrscheinlich in vielen Fällen die Beobachtung von Centralkörpern, die als Zellkerne gedeutet wurden, zurückzuführen. Solche Centralkörper, wie sie bei den *Schizophyceae* in neuerer Zeit beobachtet worden sind, existieren bei den eigentlichen Bacterien nicht, wohl aber kommen sie bei einigen Formen (z. B. *Beggiatoa*) vor, welche auch sonst mit den *Schizophyceae* näher verwandt sind, als mit den Bacterien. Im Plasma der Bacterienzelle treten auf der Höhe der Vegetation kleine helllichtbrechende Körnchen auf, welche wahrscheinlich aus Chromatin bestehen und vielleicht als rudimentäre Anhänge von Zellkernen aufzufassen sind.

Die Farbstoffe, welche von vielen Bacterien produciert werden, befinden sich wahrscheinlich bei den meisten Arten gar nicht in der Zelle, sondern werden vielleicht entweder durch Zersetzungsvorgänge von vornherein außerhalb der Zellen gebildet oder treten doch gleich nach ihrer Bildung aus ihnen aus. So findet man bei den Lipochrom bildenden Arten (z. B. *Bacterium erythromyxa* Zopf, *Pseudomonas berolinensis*) den Farbstoff in kleinen Drüsen zwischen den Zellen der Bacterien in den Colonien auf festen Nährböden. Der Membran scheint der Farbstoff niemals anzugehören und dem Inhalt, soweit uns jetzt bekannt ist, nur dann, wenn ihm eine besondere physiologische Wirkung zukommt. So haben Engelmann und Van Tieghem chlorophyllgrüne Bacterien beobachtet; hier ist es also zweifellos, dass der Farbstoff dem Zellinhalt zukommt. Ebenso ist dies bei den sogen. roten Schwefelbacterien der Fall, denen ein eigenartiger pfirsichblütroter Farbstoff zukommt. Derselbe ist einer äußeren dicht der Innenseite der Membran anliegenden Plasmaschicht eingebettet und spielt wahrscheinlich gegenüber dem Schwefelwasserstoff eine ähnliche Rolle, wie das Chlorophyll gegenüber der Kohlensäure. Bei

diesen Arten sowie den beiden farblosen Schwefelbacterien *Thiothrix* und *Beggiatoa* findet man auch den aus dem Schwefelwasserstoff ausgeschiedenen Schwefel in Form von kleinen hellglänzenden Körnchen im Zellinhalt. Die Bacterienfarbstoffe selbst, welche alle Nuancierungen von gelb, rot, blau und violett, auch braun zeigen, gehören zum Teil zu den Lipochromen (z. B. die Farbstoffe von *Bacterium chrysogloea*, *erythromyxa*, das Bacteriopurpurin), zum Teil sind es stickstofffreie, den Anilinfarbstoffen verwandte Körper, wie die meisten, zum Teil sind es schließlich stickstoffhaltige den Eiweißkörpern verwandte Verbindungen, was beispielsweise bei den fluorescierenden Farbstoffen der Fall zu sein scheint.

Die Vermehrung der Bacterien erfolgt durch Zweiteilung der Zelle; bei den stäbchen- und schraubenförmigen nur nach einer, bei den Kugelbacterien nach 1, 2 oder 3 Richtungen des Raumes. In der Art und Weise der Zellteilung liegt ein fundamentaler entwickelungsgeschichtlicher Unterschied zwischen den *Bacteriaceae* und den *Coccaceae*. Während sich die Zellen der ersteren auf die doppelte Länge strecken, ehe eine Teilung erfolgt, also ein Wachstum nach einer Richtung des Raumes zeigen, kommt es bei den Kugelbacterien, auch bei denen, die sich nur nach einer Richtung teilen, nie zu einer solchen Längsstreckung. Die kugelige Zelle zerfällt vielmehr direkt in 2 Kugelhälften, bei Teilung nach 2 Richtungen in 4 Kugelquadranten und bei Teilung nach 3 Richtungen in 8 Kugeloctanten und erst diese Teilungsprodukte wachsen wieder zu neuen Kugeln heran. Überall, wo eine Längsachse in der Bacterienzelle deutlich bemerkbar ist, steht die Teilungswand senkrecht zu dieser. Eine Abschnürung wie bei den Flagellaten kommt bei den Bacterien niemals vor. Es scheint allerdings mitunter, namentlich bei manchen Schraubenbacterien, als ob sich an einer Stelle die Zelle ohne vorhergehende Teilung einschnüre und schließlich durch immer weiteres Fortschreiten der Einschnürung in zwei Hälften zerfalle, die sich ganz von einander loslösen. Thatsächlich ist in solchen Fällen stets eine Membran vorhanden, die nur bei ihrer Zartheit und bei der gewöhnlich lebhaften Bewegung der Bacterien übersehen wird. In gefärbten oder mit Jod behandelten Präparaten ist sie stets leicht zu erkennen.

Die Bewegung, welche bei einzelnen Bacterien sehr auffallend ist, wird mit wenig Ausnahmen durch Geißeln bewirkt. Die active Bewegung der Bacterien ist eine mit Rotation um die Achse verbundene oft sehr rasche Vorwärtsbewegung. Sie ist jedoch sehr wesentlich von Temperatur und Nahrungsverhältnissen abhängig; auch das Alter der Cultur spielt eine wesentliche Rolle. Auch dauert die Beweglichkeit nicht bei allen Arten gleich lange; während manche während des ganzen Entwickelungsganges ihre Beweglichkeit behalten (z. B. der Rauschbrandbacillus, auch während der Sporenbildung), zeigen andere nur in einem gewissen Abschnitt ihres Daseins Schwärmbewegung. *Bacillus subtilis* Cohn kommt beispielsweise schon lange vor der Sporenbildung zur Ruhe und die einzelnen vorher lebhaft beweglichen Zellen wachsen zu langen unbeweglichen Fäden aus. Auch die Art und Weise der Bewegung ist bei den einzelnen Arten verschieden. Wenn auch die Intensität der Bewegung hauptsächlich von der Temperatur abhängig ist, so kann man doch sagen, dass einzelne Arten sich im allgemeinen rascher bewegen als andere. Bei manchen Arten, namentlich mit polaren Geißeln, schießen die Individuen pfeilschnell durch das Gesichtsfeld, und ohne zu wenden oder anzuhalten schlagen sie gleich darauf die entgegengesetzte Richtung ein, so dass bald der eine, bald der andere Pol vorangeht. Andere, z. B. *Bacillus Megatherium* De By. zeigt stets eine ziemlich träge, wackelnde Bewegung, die nur mit langsamer Ortsveränderung verbunden ist. Der Körper ist dabei in der Regel starr und nur unbedeutender Gestaltsveränderungen fähig. Bei *Spirochaeta* dagegen ist die ganze Zelle flexil und vermag schlangenartige Windungen herbei zu führen. Diese Geißeln sind äußerst feine protoplasmatische Gebilde, welche ihren Ursprung direkt von der Membran nehmen und es noch mehr wahrscheinlich machen, dass die Membran gewissermaßen nur eine äußere derbere Plasmaschicht darstellt. Plasmolysierte Bacterien, bei denen das Plasma sich von den Ansatzstellen der Geißeln zurückgezogen hat, scheinen sich noch bewegen zu können. Bei Geißelpräparaten

kommt es zuweilen vor, dass sich die Membran rings um die Zelle weit abhebt, und man sieht dann deutlich, dass die Geißeln von der Membran ausgehen und sich nicht bis zum Plasma fortsetzen (Fig. 1 *A*). Die Geißeln sind entweder nur an einem oder beiden Polen angeheftet (*Pseudomonas* Fig. 1 *C—E*, *Microspira* Fig. 1 *H*, *Spirillum* Fig. 1 *J—M*), oder



Fig. 1. *A Bacillus subtilis* Cohn und *Spirillum Undula* Ehrenb., Membran mit daran hängenden Geißeln, vom Plasmakörper abgehoben. — *B Planococcus citreus* (Menge) Migula. — *C Pseudomonas pyocyanea* (Gessard) Migula. — *D P. macroselmis* Migula. — *E P. syncyanea* (Ehrenb.) Migula. — *F Bacillus typhi* Gaffky. — *G B. vulgaris* (Hauser) Migula, Faden und einzelne Zellen. — *H Microspira Comma* (Koch) Schröter. — *J Spirillum rubrum* v. Esmarch, kurze Zellen. — *K S. rubrum* v. Esmarch, lange Zelle. — *L S. undula* (Müller) Ehrenb. — *M S. undula* (Müller) Ehrenb., Geißeln zu einem Strang verklebt. — Sämtliche Abbildungen nach mit der Löffler'schen Beize behandelten Deckglastrockenpräparaten, 1000/1. (Original.)

sie stehen regellos über den ganzen Körper zerstreut (*Bacillus* Fig. 1 *F, G*). Diese Verhältnisse sind durchaus constant und können zur Unterscheidung einzelner Gattungen dienen. Unter den Kugelbacterien finden sich Geißeln nur bei den beiden artenarmen Gattungen *Planococcus* (Fig. 1 *B*) und *Planosarcina*; unter den Stäbchenbacterien bei *Bacillus* und *Pseudomonas*; unter den Spirillen bei *Microspira* und *Spirillum*; unter den Fadenbacterien nur an den Schwärmzellen einiger Arten. Sie sind auch nicht in allen Entwickelungsstadien vorhanden und sind nicht immer leicht zur Darstellung zu bringen. An den lebenden Bacterien sind sie abgesehen von den größten Formen nicht zu erkennen und auch durch die gewöhnlichen Färbemethoden nicht sichtbar zu machen. Dies gelingt erst durch besondere vorhergehende Beizung (vergl. Löffler im Centralbl. f. Bacter. u. Parasitenk. Bd. VII. 1890. Nr. 20). Sie sind bei den meisten Arten wellenförmig gekrümmt, bei den Spirillen mehr halbkreisförmig gebogen. Zuweilen verkleben mehrere oder zahlreiche Geißeln zu zopfförmigen Strängen (Rauschbrandbacillus) oder zu einem einzigen scheinbar nur eine Geißel darstellenden Faden (*Spirillum Undula* Fig. 1 *M*).

Dauerzustände. Bei Eintritt ungünstiger äußerer Verhältnisse vermögen manche Arten in einer bisher nur bei den Bacterien beobachteten Weise Dauerzellen, Endosporen zu bilden. Der gewöhnliche Vorgang der Sporenbildung, wie er bei *B. subtilis* beobachtet worden ist, ist folgender. Die beweglichen einzelnen oder zu kurzen Fädchen verbundenen Zellen verlieren ihre Schwärmbewegung und wachsen zu langen unbeweglichen vielzelligen Fäden aus, welche auf flüssigen Nährböden an der Oberfläche eine Haut bilden. Der vorher hyaline Zellinhalt beginnt sich zu trüben und es werden bei starken Vergrößerungen kleine Körnchen sichtbar. Gewöhnlich in der Mitte der Zelle, zuweilen einem Pole etwas genähert, tritt ein hellerer Fleck auf, welcher allmählich an Größe zunimmt und gleichzeitig immer stärker lichtbrechend erscheint, bis er schließlich als hell glänzender ovoider Körper mit scharfen Conturen von einer Längswand der Zelle bis zur anderen reicht und dieselbe sogar noch leicht auftreibt. Während der Entwickelung der Spore ist der übrige Inhalt des Stäbchens immer mehr geschwunden und die Spore ist bei ihrer Reife nur von der leeren Hülle der Mutterzelle umgeben. Diese verschleimt schließlich und die Spore, an der man jetzt eine deutliche derbe Membran erkennt, wird frei. Von dieser Form der Sporenbildung giebt es nun verschiedene Abweichungen. Bei einigen Arten (z. B. *Tetanusbacillus*) schwillt das Stäbchen an einem Ende köpfchenförmig an und die Spore liegt vollständig polar an dem einen Ende des Stäbchens. Bei anderen wird die Mutterzelle spindelförmig aufgetrieben (*B. amylobacter*) und viele Anaeroben). Bei einigen Arten wird nicht alles Plasma der Mutterzelle zur Sporenbildung verbraucht, sondern es bleibt ein oft beträchtlicher Teil in dem Stäbchen zurück. Bei einigen Arten wird die junge Spore von Anfang an in der gleichen Größe oder selbst größer sichtbar, als die reife Spore, die sich bei der Reifung zuweilen beträchtlich contrahiert (so bei den von L. Klein beschriebenen Sumpfwasserbacterien *B. Peroniella, Solmsii, De Baryanus, macrosporus* und *limosus*). Bei den weitaus meisten Arten bildet sich nur 1 Spore in jeder Zelle, bei einigen von A. Koch beschriebenen Arten (*B. ventriculus* und *B. inflatus*) entstehen häufig 2, die dann oft etwas quer zur Längsachse der Mutterzelle in dem spindelförmig aufgetriebenen Stäbchen liegen.

Die reifen Endosporen sind gegen äußere schädliche Einflüsse sehr widerstandsfähig. Sie können Austrocknung oft jahrelang überstehen, werden sehr viel schwerer durch Gifte (Desinfectionsmittel wie Carbolsäure, Sublimat u. s. w.) zerstört und vertragen ausnahmslos höhere Temperaturen, ja manche, wie *B. subtilis*, stundenlang Siedehitze, ohne abzusterben. Werden sie auf frisches Nährsubstrat gebracht, so keimen sie sehr rasch aus. Die Spore quillt zunächst unter Wasseraufnahme, verliert ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und wächst oft bis zu dem Doppelten ihrer ursprünglichen Größe heran. Dann öffnet sich die Sporenmembran durch einen Riss oder Verschleimung an einem Pol oder einem äquatorial gelegenen Punkte und das junge Keimstäbchen tritt aus ihr hervor. In der Regel bleibt die Sporenmembran noch längere Zeit deutlich sichtbar, oft sitzt sie dem einen Ende des Stäbchens noch mützenförmig auf, wenn bereits mehrfache Teilungen

eingetreten sind. Meist wird sie aber bald abgestoßen und liegt dann als leere, deutlich doppelt conturierte Hülle neben dem Keimstäbchen, bis sie verquillt und sich allmählich auflöst. Dieses Verquellen kann aber auch schon sehr frühzeitig erfolgen, so dass es gar nicht zur Abhebung einer bestimmten Sporenmembran kommt, sondern die aufgequollene Spore sich einfach in die Länge zu strecken scheint, bis sie vollkommen die Natur der vegetativen Zellen angenommen hat. Nichtsdestoweniger ist in solchen Fällen eine Sporenmembran vorhanden, ihre Verschleimung geschieht nur so rasch, dass das keimende Stäbchen nirgends mehr einen Widerstand findet.

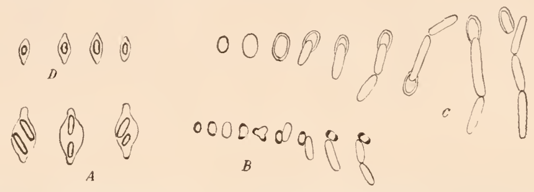


Fig. 2. *A Bacillus inflatus* A. Koch (2000/1). — *B B. subtilis* Cohn, Keimung der Sporen (1000/1). — *C B. amylobacter* Van Tieghem, Sporenkeimung (1000/1). — *D B. amylobacter* Van Tieghem, mit Sporen (1000/1). (*A* nach A. Koch; *B*, *C* nach Prazmowski; sonst Original.)

Neben diesen Endosporen wird von einem Teil der Bacteriologen die Existenz einer anderen Form von Dauerzellen, Arthrosporen, bei den Bacterien angenommen. Dieselben sollen sich nicht innerhalb der vegetativen Zellen bilden, sondern diese letzteren sollen direct in Arthrosporen übergehen. Morphologisch und entwickelungsgeschichtlich sind solche Arthrosporen nicht von vegetativen Zellen zu unterscheiden und die Annahme ihrer Existenz erscheint deshalb überflüssig. In physiologischer Hinsicht können alle vegetativen Bacterienzellen unter gewissen Umständen in einen Ruhezustand übergehen, wenn Vermehrung und Wachstum aus irgend welchen Ursachen aufgehört haben. Das Plasma wird dann in der Regel wasserärmer und stärker lichtbrechend und die ganze Zelle schrumpft in Folge des Wasserverlustes etwas ein. Diese Zellen tragen aber durchaus nicht Sporencharakter, sondern sind gewöhnliche vegetative Zellen, deren Lebensfunctionen auf das niedrigste Maß beschränkt sind. Es ist deshalb vorzuziehen, den Ausdruck Arthrosporen vollständig bei den Bacterien zu streichen.

Endosporen werden hauptsächlich bei der Familie der *Bacteriaceae* beobachtet, sie kommen nur ganz vereinzelt bei den *Coccaceae* und *Spirillaceae*, gar nicht bei den sonst verhältnismäßig so hoch entwickelten *Chlamydobacteriaceae* vor. — Der Nachweis der Sporennatur stark lichtbrechender Inhaltskörper der Bacterienzelle ist nicht immer leicht zu erbringen und einwandsfrei nur durch die Beobachtung der Keimung. Die üblichen Methoden der Färbung der Spore, die darauf basiert sind, dass die Sporen nur sehr schwer Farbstoff aufnehmen, den einmal aufgenommenen aber auch sehr schwer abgeben, reichen ebensowenig wie die physiologischen Merkmale (Überstehen starker Erhitzung etc.) in allen Fällen zur Erkennung der Sporennatur aus.

Gonidienbildung. Im Gegensatz zu den Endosporen der drei ersten Bacterienfamilien, welche im Inneren von Zellen entstehen und den Charakter von Dauerzellen besitzen, kommt es bei den *Chlamydobacteriaceae* nicht zur Bildung von Dauerzellen, sondern es werden nur bei einigen Arten eigentümliche ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen produciert, welche in der Regel sofort nach ihrem Austritt wieder keimen. Sie haben also ebenfalls nichts mit dem zu thun, was man unter Arthrosporen versteht, sondern stellen eine ungeschlechtliche Fortpflanzung, insbesondere Vermehrung der Individuenzahl vor. Bei *Cladothrix* treten diese Gonidien in Form von schwärmenden Zellen ohne vorherige weitergehende Teilungen aus der Scheide; bei *Crenothrix* und *Phragmidiothrix* teilen sich die vegetativen Zellen wiederholt durch Quer- und Längs-

wände, so dass sarcinaähnliche kubische Packete entstehen, deren einzelne Zellen sich schließlich abrunden und bei der Öffnung der Scheide austreten. Sie sind unbeweglich und werden vom Wasser passiv fortgetrieben, bleiben meist in der Nähe, oft an der Scheide des Mutterfadens selbst hängen und wachsen bald zu neuen Fäden aus. Eine Ruheperiode machen sie, soweit bekannt, nicht durch. Bei *Crenothrix* scheint es Gonidien von zweierlei Größe (Makro- und Mikrogonidien) zu geben; ob ihnen aber eine verschiedene Bedeutung beizulegen ist, oder ob nicht vielmehr individuelle, von dem Entwickelungsgrad und der Üppigkeit des Fadens abhängige Verhältnisse zu ihrer Bildung führen, ist nicht sicher ermittelt. *Thiothrix* bildet Gonidien durch Abschnürung der Endstücke der Fäden. Dieselben sind sehr träge und wie es scheint nur auf einer Unterlage beweglich. Sowie sie zur Ruhe kommen, wachsen sie zu neuen Fäden aus. Bei *Streptothrix* endlich zerfällt der Fadeninhalt in eine Reihe ovoider oder rundlicher Zellen, welche aus der Scheide austreten und ohne Eigenbewegung zu zeigen passiv an irgend ein Substrat gespült werden, wo sie hängen bleiben und auskeimen.

Culturen auf künstlichen Nährböden. Die Culturen auf künstlichen Nährböden haben bei den Bacterien eine ganz hervorragende Bedeutung und sind zur Unterscheidung der einzelnen Arten nicht zu entbehren, da die uns bekannten morphologischen und entwickelungsgeschichtlichen Differenzen der einzelnen Arten nur in den seltensten Fällen zu ihrer Unterscheidung ausreichen. Als Nährböden werden vorzugsweise verwendet: Fleischwasserpeptongelatine, Fleischwasser-Agar, Blutserum (erstarrt), gekochte Kartoffeln, Hühnereiweiß, Milch, Bouillon, Pflanzenaufgüsse, seltener und mehr zu physiologischen Versuchen Lösungen von Nährsalzen. Das Wachstum der einzelnen Arten auf diesen Nährböden in Plattenculturen, Stich- und Strichculturen, in Bouillon etc. ist oft so charakteristisch, dass die Art danach bestimmt werden kann, und können bei der Bacterienbeschreibung gar nicht entbehrt werden. Die Plattenculturen dienen ferner dazu, die einzelnen Arten aus einem Gemenge zu isolieren. Wenn eine geringe Menge (10 ccm) verflüssigte Nährgelatine mit einer Spur des Bacteriengemenges vermischt und auf sterilisierte Glasplatten ausgegossen wird, so werden die einzelnen Bacterienkeime beim Erstarren der Gelatine räumlich von einander entfernt fixiert. Sie vermehren sich rasch durch Teilung und wachsen in wenigen (2—6) Tagen zu kleineren oder größeren, dem bloßen Auge bemerkbaren Bacterienmassen heran, welche Colonien genannt werden. Diese Colonien nehmen ihren Ausgang meist von einem Keim und enthalten deshalb nur Individuen einer Art, die neben anderen Arten sich auf der Platte entwickelt haben. Überträgt, impft man eine geringe Menge dieser Bacteriensubstanz mit sterilisiertem Platindraht in ein mit Watte verschlossenes Reagensgläschen, welches frischen, sterilen Nährboden enthält, so entwickelt sich die Bacterienart als Reincultur in diesem Gläschen weiter. Ist der Nährboden (Gelatine, Agar) in dem Gläschen mit schräger Oberfläche erstarrt, so streicht man mit dem keimhaltigen Platindraht über die Oberfläche weg und erhält eine Strichcultur; ist er mit gerader Oberfläche erstarrt, so sticht man den keimhaltigen Platindraht senkrecht in den Nährboden hinein und erhält eine Stichcultur.

Die Merkmale, welche auf einem Nährboden für eine Art charakteristisch sind, brauchen nicht für einen anderen Nährboden zu gelten. So wächst das *Bacterium mallei* auf Gelatine und Agar weiß, auf gekochten Kartoffeln rostbraun. Die Merkmale, welche uns durch die Culturen gegeben werden, sind innerhalb gewisser Grenzen variabel und mitunter im Einzelnen unzuverlässig; deshalb ist stets ihre Gesamtheit zu berücksichtigen. Es sind namentlich Form und Farbe der Colonie auf den verschiedenen Nährböden und Culturarten; ferner der Glanz, die innere Structur, die Ausbildung des Randes der Colonie, die Cohärenz derselben bei Entnahme einer Platindrahtöse; die Veränderungen, die durch das Wachstum im Nährsubstrat herbeigeführt werden, wie Verflüssigung oder Nichtverflüssigung von Gelatine und Blutserum, Verfärbung oder Trübung des Nährbodens, Gasbildung, Bildung von freiem Alkali oder Säure. — Ein Teil dieser Merkmale ändert sich bei längerer Cultur einer Art auf künstlichen Nährböden; so ver-

lieren oft manche farbstoffbildende Arten (*B. prodigiosus*, *miniaceus*, *indicus* etc.) die Fähigkeit, Farbstoff zu producieren, können sie aber durch Züchtung auf einem anderen Nährboden wieder erhalten.

Biologische Eigenschaften. Bei der großen Kleinheit und Einförmigkeit der Bacterien ist es bisher nicht möglich gewesen, die sämtlichen Formen, von denen wir aus verschiedenen Gründen eine specifische Verschiedenheit annehmen müssen, nur durch morphologische oder entwickelungsgeschichtliche Eigenschaften zu charakterisieren und zu unterscheiden. Die Biologie spielt deshalb noch eine große Rolle in der Systematik der Bacterien. Von biologischen Gesichtspunkten aus kann man nach dem Vorgange von F. Cohn pathogene, chromogene und zymogene Arten unterscheiden.

Die pathogenen Arten vermögen die ihnen notwendigen organischen Nährstoffe aus dem Körper der lebenden Tiere und Pfl. zu ziehen, wobei sie gewöhnlich Stoffwechselproducte (Ptomaine, Toxalbumine) ausscheiden, welche auf den Wirt schädlich, selbst tötlich wirken. Gewisse Arten sind nur für bestimmte Tierspecies schädlich, während andere wieder, wie z. B. das *Bacterium tuberculosis*, für eine größere Zahl von Arten (fast alle Warmblüter) pathogen ist. Sehr nahe verwandte Arten lassen sich durch diese Eigentümlichkeiten oft allein mit Sicherheit unterscheiden. So ist *Microspira Metschnikoffi* im höchsten Grade pathogen für Tauben, während die sehr ähnliche *M. Comma* für diese Tierart nicht pathogen ist.

Die Farbstoff bildenden (chromogenen) Bacterien lassen sich durch diese Eigenschaft nicht nur leicht von den beiden anderen biologischen Gruppen unterscheiden, sondern auch von einander durch die Verschiedenheit des Farbstoffes.

Am wenigsten scharf abgegrenzt sind die zymogenen Bacterien, da sowohl pathogene als chromogene auch gleichzeitig Zersetzungen hervorrufen. Unter den eigentümlichen Erscheinungen, welche durch Bacterien hervorgerufen werden, sind namentlich Nitrification und Schwefelwasserstoffzerlegung bemerkenswert. Vielen Bacterien kommt die Fähigkeit zu, Zuckerarten zu vergähren; die dabei entstehenden Produkte sind nach den Bacterienarten bei derselben Zusammensetzung der Nährlösung verschieden und gestatten so auf eine Verschiedenheit der Arten zu schließen. Am häufigsten werden Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, Kohlensäure, Alkohole etc. gebildet. Sehr viele Arten besitzen die Fähigkeit Eiweiß zu zersetzen; auch dabei entstehen nach den verschiedenen Arten verschiedene Produkte. Gewisse, namentlich marine Bacterien verfügen über ein Leuchtvermögen von ziemlicher Intensität. Einige Arten besitzen die unter allen Organismen allein bei den Bacterien beobachtete Fähigkeit, auch bei völligem Mangel an freiem Sauerstoff sich zu entwickeln, ja einige wenige, die obligaten Anärobionten, entwickeln sich überhaupt nur bei Sauerstoffabwesenheit und hören mit Wachstum bereits auf, wenn kaum messbare Mengen freien Sauerstoffes vorhanden sind. Die facultativen Anärobionten können sowohl bei Luftzutritt als Luftabschluss gedeihen.

Alle diese aus den kurz erwähnten biologischen Eigentümlichkeiten abgeleiteten Merkmale müssen zur Unterscheidung der einzelnen Arten vorläufig noch herangezogen werden.

Geographische Verbreitung. Die Bacterien sind über die ganze Erde verbreitet und überall da anzutreffen, wo genügende Feuchtigkeit vorhanden ist. Die oft außerordentlich geringen Mengen organischer Substanz, mit denen manche Arten zufrieden sind, finden sich wohl überall und so kommt es, dass sogar destilliertes Wasser oft sehr reich an Bacterien ist (bis 80 000 pro 1 ccm). Zum Gedeihen ist freilich auch eine gewisse Wärmemenge notwendig, die aber für manche Arten sehr gering ist ($0° C$). Andere Arten sind wieder anspruchsvoller und verlangen nicht nur einen besonderen Nährboden, sondern auch bestimmte Wärmegrade zu ihrer Entwickelung. Das Verbreitungsgebiet dieser ist dann natürlich ein beschränktes. Oft sind pathogene Arten auf bestimmte Tierspecies angewiesen und dann ist das mögliche Verbreitungsgebiet der-

selben durch die Verbreitung der Wirtstiere gegeben. Im allgemeinen sind die Bacterien aber Kosmopoliten und ihre Verbreitungsgebiete sind fortwährend Änderungen unterworfen.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Unzweifelhaft schließen sich die Bacterien sehr eng an die Schizophyceen an, von denen sie in einzelnen Formen (*Beggiatoa*, *Spirochaeta*) nur künstlich zu trennen sind. Hier ist nur ein physiologisches Merkmal, die Abwesenheit des Phycochroms, zur Abgrenzung zu verwenden. Die Zellteilung, die Zellform, bis zu einem gewissen Grade auch die einfache Structur der Zelle, haben sie mit den Spaltalgen gemein. Dagegen ist die Endosporenbildung ein Vorgang, der ein gewisses Analogon zur Cystenbildung bei einigen Flagellaten (*Chromulina nebulosa* Cienk. und *Monas guttula* Ehrenb.) darstellt; vielleicht aber dürfte auch in der einfachsten Form der Ascosporenbildung bei Saccharomyceten ein ähnlicher Vorgang zu erblicken sein, zumal auch neuerdings andere Beobachtungen (Zellteilung bei *Schizosaccharomyces*) eine Verwandtschaft beider Pflanzengruppen möglich erscheinen lassen.

Nutzen und Schaden. Die Bacterien spielen im Haushalt der Natur eine hervorragende Rolle, indem sie es hauptsächlich sind, welche die in den abgestorbenen Tier- und Pflanzenkörpern aufgespeicherten organischen Stoffe schließlich bis auf die Endprodukte, Kohlensäure, Ammoniak und Wasser, zerlegen und so für die Aufnahme durch die chlorophyllgrünen Pfl. wieder nutzbar machen. Sie ermöglichen also den Kreislauf der für das Leben von Tier und Pfl. notwendigen Stoffe und schaffen durch die Zersetzung tierischer und pflanzlicher Leichen auch räumlich Platz für neues Leben. Für den Menschen werden ferner noch manche Arten durch ihre Gährthätigkeit von Nutzen; bei der Käsebereitung, Milchsäuerung, Essigfabrikation, Tabakfermentation, Hanfröste u. s. w. spielen die Bacterien die Hauptrolle. Viel in die Augen fallender ist dagegen der Schaden, welchen die Bacterien dem Menschen zufügen. Den pathogenen Arten fallen die meisten verheerenden Epidemien wie Cholera, Typhus, Diphtherie, Tuberculose zur Last und viele andere Arten bedrohen das menschliche Leben, wenn sie auch nicht immer Massenerkrankungen herbeiführen. Auch die dem Menschen nützlichen Tiere und wenn auch in geringerem Grade die Nutzpfl. sind Bacterienkrankheiten unterworfen, welche oft sehr empfindlichen Schaden anrichten. Ferner schaden viele Fermentbacterien durch Zersetzung von Lebens- und Genussmitteln. Dass pathogene Bacterien unter dem Menschen schädlichen Tieren mitunter Verheerungen anrichten, ist wiederholt beobachtet worden, und man hat in neuester Zeit zur Bekämpfung der Mäuseplage absichtlich Epidemien unter den Feldmäusen hervorzurufen versucht.

Einteilung der Bacterien.

Den ersten Versuch, die 1675 von Leeuwenhoek aufgefundenen Bacterien systematisch einzuteilen, machte O. F. Müller in seinen »Animalcula infusoria« 1786. Er stellt sie mit verschiedenen Infusorien, Flagellaten und anderen niederen Organismen in die Gattungen *Monas* und *Vibrio*, die er ohne weiteres den Tieren zurechnet. Ehrenberg, der in seinem 1838 erschienenen Werke, »Die Infusionstierchen«, die Bacterien ebenfalls zu den Tieren rechnet, bringt sie in den Familien *Monadina*, *Cryptomonadina* und *Vibrionia* unter, aber seine Gattung *Monas* enthält neben zweifellosen Bacterien auch noch Flagellaten. In der zweiten Familie gehört die Gattung *Ophidomonas* zu den Bacterien. Die Familie der *Vibrionia* mit den Gattungen *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirochaeta*, *Spirillum* und *Spirodiscus* wird vollständig von Bacterien gebildet. Perty (Zur Kenntnis kleinster Lebensformen, 1852) stellt 2 neue Gattungen, *Metallacter* und *Sporonema* auf, die als Bacterien zu deuten sind.

Der erste, der die Bacterien als eigene Gruppe anderen gegenüberstellte und eine weitergehende Einteilung derselben versuchte, war F. Cohn (Über Bacterien, 1872. Beiträge zur Biologie der Pfl. I, 2. p. 127). Er teilt die Bacterien ein in I. Tribus *Sphaerobacteria* (Kugelbacterien) mit der Gattung *Micrococcus*; II. Tribus *Microbacteria* (Stäbchenbacterien) mit der Gattung *Bacterium*; III. Tribus *Desmobacteria* (Fadenbacterien) mit den Gattungen *Bacillus* und *Vibrio*; IV. Tribus *Spirobacteria* (Schraubenbacterien) mit den Gattungen *Spirillum* und *Spirochaete*. Diese für die meisten späteren Systeme grundlegende Ein-

teilung Cohn's basierte auf der Annahme, dass die Bacterien wesentlich formbeständige Arten bildeten und dass die auf die morphologischen Merkmale aufgebauten Gattungen auch wirklich dem naturhistorischen Begriff der Gattung entsprächen, so dass die Sphaerobacterien stets in Kugelgestalt, die Microbacterien in Form kleiner cylindrischer Stäbchen etc. auftreten. Diese Anschauung wurde von verschiedenen Forschern nicht geteilt und es entwickelte sich sogar eine ganz extreme Richtung, welche einem weitgehenden Polymorphismus huldigt. Ihren prägnanten Ausdruck fand diese Richtung in dem von Zopf 1884 aufgestellten System. Er teilt die Bacterien in 1. *Coccaceae*, welche nur die Coccenform besitzen, 2. *Bacteriaceae*, deren Arten Coccen, Kurzstäbchen, Langstäbchen und Fadenformen durchlaufen, 3. *Leptothricheae*, welche außer den Formen der *Bacteriaceae* noch Schraubenformen besitzen, und 4. *Cladothricheae*, wie die *Leptothricheae*, aber noch mit Pseudoverzweigung. Alle diejenigen Arten der Stäbchen- und Schraubenform, welche nur in einer Form bekannt waren, wurden von ihm zu den unvollständig bekannten Spaltpilzen gestellt.

Ein anderes Einteilungsprincip wurde insbesondere von De Bary, Hueppe und Van Tieghem verwendet. De Bary (Morphologie u. Biologie d. Pilze. 1884) will alle Bacterien in endospore und arthrospore einteilen, indem er annimmt, dass diejenigen Arten, welche nicht Endosporen bilden, durch einfache Umwandlung ihrer vegetativen Zellen in Arthrosporen eine Art Dauerzustand einzugehen vermögen. Hueppe teilt nach diesem Princip die Bacterien folgendermaßen ein (Die Formen der Bacterien. 1886): A. Bacterien mit Bildung endogener Sporen. I. Gattung *Coccaceae*. 1. *Streptococcus*? *Leuconostoc*? II. Genus *Bacteriaceae*. Untergattungen 1. *Bacillus*. 2. *Clostridium*. III. Genus *Spirobacteriaceae*. Untergattungen *Vibrio*, *Spirillum*. B. Bacterien mit Bildung von Arthrosporen incl. der Bacterien, deren Fructification unbekannt ist. I. Gattung *Arthro-Coccaceae*. 1. *Arthro-Streptococcus*. 2. *Leuconostoc*. 3. *Merista*. 4. *Sarcina*. 5. *Micrococcus*. 6. *Ascococcus*. II. Gattung *Arthro-Bacteriaceae*. 1. *Arthro-Bacterium* oder *Bacterium* s. str. 2. *Spirulina* (*Proteus*). III. Gattung *Arthro-Spirobacteriaceae*. Untergattung *Spirochaeta*. IV. *Leptothricheae*. 1. Gattung *Leptothrix*. 2. Gattung *Crenothrix*. 3. Gattung *Beggiatoa*. 4. Gattung *Phragmidiothrix*. V. *Cladothricheae*. Gattung *Cladothrix*.

Durch Löffler's Methode der Geißelfärbung wurde ein neues Merkmal für die Systematik verwendbar: die Geißeln. W. Migula (Über ein neues System der Bacterien. Oktober 1894) benutzte dasselbe neben der Form und der Teilungsweise der Zellen zur Aufstellung des auch im Folgenden zur Anwendung gebrachten Systems. Fast gleichzeitig erschien eine Arbeit von A. Fischer (Untersuchungen über Bacterien. Pringsheim's Jahrbücher Bd. XXVII. Heft 1), welcher ebenfalls die Geißeln zur Einteilung benützt, daneben aber auch noch die Sporenbildung. Seine Einteilung erstreckt sich nur auf die Stäbchen- und Schraubenbacterien und ist die folgende:

Unterfamilie 1 *Bacillei*. Unbeweglich, ohne Geißeln.
- a. mit Endosporen.
  - Gattung 1 *Bacillus*, Sporenstäbchen cylindrisch.
  - » 2 *Paracloster*, Sporenstäbchen spindelförmig.
  - » 3 *Paraplectrum*, Sporenstäbchen keulig.
- b. ohne Endosporen, mit Arthrosporen.
  - Gattung 4 *Arthrobacter*.

Unterfamilie 2 *Bactriniei*. Beweglich, mit polarer Einzelgeißel.
- Gattung 1 *Bactrinium*, Sporenstäbchen cylindrisch.
- » 2 *Clostrinium*, Sporenstäbchen spindelförmig.
- » 3 *Plectrinium*, Sporenstäbchen keulig.
- » 4 *Arthrobactrinium*, mit Arthrosporen.

Unterfamilie 3 *Bactrillei*. Beweglich, mit polarem Geißelbüschel.
- Gattung 1 *Bactrillum*, Sporenstäbchen cylindrisch.
- » 2 *Clostrillum*, Sporenstäbchen spindelförmig.
- » 3 *Plectrillum*, Sporenstäbchen keulig.
- » 4 *Arthrobactrillum*, mit Arthrosporen.

Unterfamilie 4 *Bactridiei.* Beweglich, mit polaren diffusen Geißeln.

Gattung 1 *Bactridium*, Sporenstäbchen cylindrisch.
» 2 *Clostridium*, Sporenstäbchen spindelförmig.
» 3 *Plectridium*, Sporenstäbchen keulig.
» 4 *Diplectridium*, Sporenstäbchen hantelförmig.
» 5 *Arthrobactridium*, mit Arthrosporen.

Familie *Spirillaceae.*

Gattung 1 *Vibrio*, Zellen kurz, schwach bogig, kommaartig gekrümmt, mit polarer Einzelgeißel.

Gattung 2 *Spirillum*, Zelle lang, spiralig gedreht, korkzieherartig, auf dem Deckglas angetrocknet, halbkreisförmig mit einem meist polaren Geißelbüschel aus mehreren langen Haupt- und mehreren kurzen Nebengeißeln.

Zur Nomenclatur der Bacterien.

Dadurch, dass die Kenntnis der Bacterien von sehr verschiedenen Seiten gefördert wurde und dass sich an der Untersuchung dieser Organismen auch nicht wenig Forscher beteiligten, denen die üblichen Principien der botanischen Nomenclatur fremd oder gleichgiltig waren, entstanden Namen, die vom systematischen Standpunkt oft in keiner Weise zu rechtfertigen sind. Schon bei manchen Gattungen macht sich dies bemerkbar. Es ist falsch, da wo morphologisch scharf umschriebene Gattungen existieren, auf Grund biologischer Eigentümlichkeiten neue Gattungen abzutrennen. Solche Gattungen sind beispielsweise *Halibacterium* Fischer, *Photobacterium* Beyerinck, *Nitrosomonas* und *Nitromonas* Winogradsky. Die Namen sind dann berechtigt, wenn sie nur als biologische Begriffe, als Zusammenfassung für Wesen mit einer hervorstechenden physiologischen Leistung angewendet werden. Auch die roten Schwefelbacterien, welche Winogradsky in eine größere Anzahl Gattungen eingeteilt hat, von denen er selbst jedoch ausdrücklich hervorhebt, dass sie nur physiologische, nicht naturhistorische seien, können ohne Schwierigkeit in die übrigen Bacteriengattungen untergebracht werden. In manchen Fällen muss sogar der Winogradsky'sche Name, obgleich er älter ist, zurücktreten, eben weil er nur eine biologische Eigentümlichkeit, den Schwefelgehalt, bezeichnet, und diese Eigentümlichkeit nur einer kleinen Gruppe innerhalb einer oft ziemlich großen Gattung zukommt. Der Winogradsky'sche Name bildet dann naturgemäß eine passende Bezeichnung für die betreffende schwefelhaltige Organismen umfassende Section oder Untergattung, würde aber widersinnig als Gattungsname sein.

Ebenso musste in mancher Beziehung bei den Artennamen eine Änderung eintreten. Es machte sich namentlich unter den nicht botanischen Bacteriologen das Bestreben bemerkbar, die Artdiagnose ins Lateinische zu übersetzen und als Artnamen zu verwenden, wodurch außerordentlich lange und den Gebrauch erschwerende Namen entstanden. So existiert ein *Bacillus fluorescens liquefaciens minutissimus* Unna oder ein *Bacillus fluorescens putridus colloides* Tartaroff; ähnliche und zum Teil noch längere Namen sind sehr zahlreich. In diesen Fällen wurde, wo es irgend anging, der prägnanteste Ausdruck unter Weglassung der anderen beibehalten, um die sehr auf Abwege geratene Bacteriennomenclatur einigermaßen der sonst in der Botanik und Zoologie üblichen binären wieder möglichst zu nähern.

Übersicht der Familien.

I. Zelle in freiem Zustand kugelrund, sich vor der Teilung nicht nach einer Richtung in die Länge streckend. Zellteilung nach 1, 2 oder 3 Richtungen des Raumes **1. Coccaceae.**

II. Zellen kürzer oder länger cylindrisch, sich nur nach einer Richtung des Raumes teilend und vor der Teilung auf die doppelte Länge streckend
a. Zellen gerade, stäbchenförmig ohne Scheide, unbeweglich oder durch Geißeln beweglich . . . . **2. Bacteriaceae.**
b. Zellen gekrümmt, ohne Scheide. . . . . **3. Spirillaceae.**
c. Zellen von einer Scheide umschlossen . . . . **4. Chlamydobacteriaceae.**
d. Zellen ohne Scheide zu Fäden vereinigt, durch undulierende Membran beweglich **5. Beggiatoaceae.**

Coccaceae
(Kugelbacterien)

von

W. Migula.

Mit 15 Einzelbildern in 12 Figuren.

(Gedruckt im November 1895.)

Merkmale. Die einzelnen Zellen, sobald sie sich nicht im Zustande der Teilung befinden, sind stets völlig kugelrund; sie lagern sich aber häufig zu mehr oder weniger eng aneinander hängenden Verbänden zusammen und erscheinen dann oft an den Berührungspunkten abgeplattet.

Die Teilung der Zelle erfolgt bei *Streptococcus* nach 1, bei *Micrococcus* und wahrscheinlich auch bei *Planococcus* nach 2, bei *Sarcina* und *Planosarcina* nach 3 Richtungen des Raumes. Der Teilungsvorgang selbst verläuft etwas anders als bei den übrigen Familien der Bacterien. Die kugelige Zelle vergrößert sich vor der Teilung entweder gar nicht, was meist bei den Streptococcen der Fall ist, oder gleichmäßig nach allen Richtungen, so dass die Kugelgestalt vollständig gewahrt bleibt. Dann tritt eine Scheidewand auf, welche die Kugel halbiert. Im einfachsten Falle, bei *Streptococcus*, wachsen nun die beiden Halbkugeln in der Weise zu Vollkugeln aus, dass sie sich allmählich von einander trennen, indem unter gleichzeitiger Abrundung der Peripherie die verbindende Sehne immer kürzer wird. Es sieht unter dem Mikroskop aus, als wenn 2 ursprünglich concentrische Kreise allmählich immer excentrischer werden, wobei man freilich die ineinander fallenden Abschnitte nicht durch eine Peripherie begrenzt sieht. Die Teilungswand ist anfangs kaum sichtbar und so zart, dass sie auch bei den stärksten Vergrößerungen nur unter sehr günstigen Verhältnissen und bei sehr großen Objecten nachgewiesen werden kann. So wie aber die beiden Halbkugeln anfangen aus einander zu rücken und Einschnitte sichtbar werden, ist die Teilungswand auch vorhanden (Fig. 3 *A*).

A
B

Fig. 3. *A* Teilung einer Zelle bei *Streptococcus*; *B* Teilung einer Zelle bei *Micrococcus* (1000/1). (Original.)

Es erfolgt also bei *Streptococcus* und den übrigen *C.* das Auswachsen zur typischen Bacterienform erst nach der Teilung, und es geht dieser keine Längsstreckung der Zelle in einer senkrecht zur Teilungsebene stehenden Richtung vorauf, wie bei den übrigen Bacterien, wodurch sich diese Familie entwickelungsgeschichtlich scharf von den übrigen unterscheidet.

Findet die Teilung nach 2 oder 3 Richtungen des Raumes statt, so folgen die Teilungswände gewöhnlich rasch auf einander, so dass aus der Mutterzelle Kugelquadranten oder Kugeloctanten entstehen, die sich allmählich in ähnlicher Weise, wie oben beschrieben, zu Vollkugeln abrunden (Fig. 3 *B*). Folgen sich die Teilungen in größeren Zwischenräumen, so runden sich die Zellen öfter zwischen 2 Teilungen vollkommen ab und es ist dann oft schwer, die Aufeinanderfolge der Teilungen zu bestimmen, d. h. zu entscheiden, ob die Teilungen nach einer oder nach mehr Richtungen des Raumes erfolgen.

Sporenbildung. Endosporen sind bei einigen *C.* gefunden worden, doch fehlen eingehende Beobachtungen; namentlich ist ihre Bildung und Keimung entweder gar nicht oder nur mangelhaft verfolgt worden, weshalb diese Angaben einen verhältnismäßig geringen Wert haben. — Einige als endospore *C.* beschriebene Arten gehören zu den *Bacteriaceae*.

Bewegung. Bewegungsorgane fehlen den Gattungen *Streptococcus, Micrococcus, Sarcina*, kommen dagegen den Vertretern der Gattungen *Planococcus* und *Planosarcina* zu.

Einteilung der Familie.

A. Zellen ohne Bewegungsorgane
 a. Teilung nach einer Richtung des Raumes . . . . 1. **Streptococcus.**
 b. Teilung nach 2 Richtungen des Raumes . . . . 2. **Micrococcus.**
 c. Teilung nach 3 Richtungen des Raumes . . . . 3. **Sarcina.**
B. Zellen mit Bewegungsorganen
 a. Teilung nach 2 Richtungen des Raumes . . . . 4. **Planococcus.**
 b. Teilung nach 3 Richtungen des Raumes . . . . 5. **Planosarcina.**

1. **Streptococcus** Billroth (incl. *Leuconostoc* Van Thiegem, Syn. *Torula* Cohn). Zellen rund, ohne Bewegungsorgane. Teilung nur nach einer Richtung des Raumes. Nach der Teilung trennen sich die Zellen entweder von einander oder sie bleiben kürzere oder längere Zeit vereinigt, oft sehr lange, rosenkranzförmige oder perlschnurartige Ketten, ähnlich wie bei *Nostoc*, bildend. Gewöhnlich sind dann je 2 Zellen einander genähert, oder es bleiben überhaupt nur die Tochterzellen vereinigt, die sogen. Diplococcenform bildend, die jedoch auch bei den übrigen Gattungen vorkommt. Die Ursache des Vereinigtbleibens zu Ketten ist darin zu suchen, dass die äußeren Membranschichten bei manchen Arten stark vergallerten und verkleben. Bei manchen Arten bildet sich eine

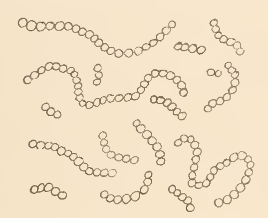


Fig. 4. *Streptococcus erysipelatos* Fehleisen, Ketten aus einer jungen Bouilloncultur (1000/1). (Original.)

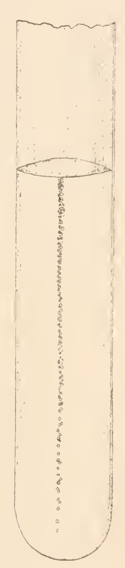


Fig. 5. Stichcultur von *Streptococcus erysipelatos* Fehleisen. (Original.)



Fig. 6. *Streptococcus mesenterioides* (Van Tieghem) Migula (1000/1). (Original.)

ganz kolossale Gallerthülle (bei *Str. mesenterioides*). Doch sind diese Verhältnisse ganz von äußeren Verhältnissen abhängig und man kann auf verschiedenen Nährböden ganz verschiedene Formen in dieser Hinsicht erzielen. Bei manchen Arten sind öfters größere Zellen zwischen den normalen beobachtet worden; man hat sie als Arthrosporen gedeutet, sie haben aber wohl in allen Fällen die Fähigkeit sich zu teilen verloren und dürften daher eher den Grenzzellen gewisser Spaltalgen entsprechen.

Es sind ungefähr 20 Arten bekannt, deren Selbständigkeit teilweise noch sehr zweifelhaft ist. Pathogene Arten: *Str. erysipelatos* Fehleisen, erregt im menschlichen und tierischen Körper Entzündungen und Eiterung und ist bei Rose (Erysipel), bei Puerperalfieber, bei Pyämie und bei verschiedenen meist bösartigeren Entzündungsprozessen nachgewiesen worden. — Specifisch nicht zu trennen ist *Str. pyogenes* Rosenbach, welcher vielleicht nur eine etwas weniger virulente Form ist. Er bildet kleine Ketten, namentlich in den Lymphbahnen der entzündeten Partien. Zellen etwa 0,9 μ im Durchmesser. In Bouillonculturen werden die Ketten oft länger (Fig. 4) und es finden sich einzelne Glieder von größerem Durchmesser, welche man zuweilen als Arthrosporen aufgefasst hat. Dieselben sind jedoch ausnahmslos nicht mehr entwickelungsfähig, sondern entsprechen gewissermaßen den Grenzzellen mancher Schizophyceen. Auf künstlichen Nährböden gedeiht er gut, namentlich bei Blutwärme, bildet aber niemals ausgedehnte Colonien, sondern auf schräg erstarrtem Agar kleine durchsichtige Tröpfchen. In Gelatinestichculturen entsteht an der Oberfläche kaum eine Auflagerung, im Stichcanal entwickelt sich ein aus feinen weißen runden Körnchen zusammengesetzter Faden (Fig. 5). — *Str. coryzae* Schütz ruft die Druse der Pferde hervor und ist dem vorigen sehr ähnlich, bildet aber mehr als 10 mal so lange Ketten und wächst auf Agar nur kümmerlich, besser auf Blutserum. — Andere bei verschiedenen Krankheiten gefundene *Str.* sind wiederholt beschrieben worden, doch ist ihre specifische Verschiedenheit sehr zweifelhaft und ihre Unterscheidung gegenwärtig überhaupt unmöglich. — Nichtpathogene Arten: *Str. mesenterioides* (Van Tieghem) Migula (= *Leuconostoc mesenterioides* Van Tieghem) ruft die sogenannte Dextrangährung in der Melasse der Zuckerfabriken hervor. Er bildet in zuckerhaltigen Flüssigkeiten dicke Froschlaichähnliche Schleimklumpen, die dadurch zu Stande kommen, dass die Membran der Zellen in ihren äußeren Schichten vergallerten und bis auf das 20 fache des Durchmessers der Zelle anwachsen kann (Fig. 6). Die früher von Van Tieghem für diese Art angegebene Sporenbildung scheint nicht stattzufinden. — *Str. tyrogenes* Henrici findet sich zuweilen in reifem Käse und ist vielleicht an dem Reifungsprocess beteiligt.

2. **Micrococcus** (Hallier) Cohn (incl. *Lampropedia* Schröter [= *Microhaloa* Kütz. ex p., *Cohnia* Winter], *Hyalococcus* Schröter, *Leucocystis* Schröter und *Ascococcus* [Billroth] Cohn. Synonyme: *Monas* Ehrenb. ex p., *Bacteridium* Schröter, *Diplococcus* und *Staphylococcus* aut.). Einzelne Zellen völlig kugelrund, öfters aber in Form von Diplococcen oder Tetracoccen zusammenhängend und dann zuweilen eckig, weil an den Berührungsflächen abgeplattet. Teilung abwechselnd nach 2 Richtungen des Raumes. Bewegungsorgane fehlen. Endosporenbildung nicht sicher nachgewiesen, wahrscheinlich fehlend.

Die Zahl der beschriebenen Arten ist eine sehr große und mag 400 übersteigen, doch sind die meisten Arten mehrfach beschrieben, so dass man als Zahl der besser bekannten Arten etwa 150 annehmen kann.

Sect. I. *Eucoccus* Migula, Zellinhalt farblos, frei von Schwefelkörnern.

A. Pathogene Arten: *M. pyogenes aureus* Passet Rosenbach, bildet auf den üblichen Nährböden intensiv goldgelbe Colonien, welche namentlich rasch bei Blutwärme gedeihen. Die Gelatine wird energisch verflüssigt (Fig. 7). Die Zellen sind rund, etwa 1 μ im Durchmesser groß und liegen zu unregelmäßigen traubigen Haufen zusammen (daher gewöhnlich *Staphylococcus* genannt) (Fig. 8). Er ist der häufigste Eitererreger und gewöhnlich die Ursache von Furunkeln, kleinen Blätterchen etc., kann aber auch zu schweren oft letal verlaufenden septischen und pyämischen Erkrankungen Veranlassung werden. Sehr ähnlich in ihren Eigenschaften und nur durch die Farbe ihrer Culturen verschieden sind *M. pyogenes albus* Rosenbach und *M. pyogenes citreus* Rosenbach. — *M. Biskra* Heydenreich wird als Erreger des Pende'schen Geschwüres angesehen. Jede Zelle ist von einer deutlichen Kapsel umgeben, bildet gewöhnlich Diplococcen, aber auch Tetracoccen, die etwas an *Sarcina* erinnern. Gelatine wird von ihm verflüssigt, auf Agar bildet er einen graulich weißen bis gelblichen Belag.

M. Gonorrhoeae (Neisser) Flügge (= *Gonococcus Gonorrhoeae* Neisser) ist der Erreger der Gonorrhoe und kommt in eigentümlicher Anordnung in gonorrhoischen Secreten vor. Die Zellen sind meist in Teilung begriffen und besitzen semmelförmige Gestalt. Zwischen je 2 solchen Tochterzellen ist ein deutlicher Spalt bemerkbar und die Zellen sind an diesem Spalt vollkommen plan. Die Individuen liegen stets innerhalb der Eiterzellen und zwar dicht unter der Oberfläche. Auf den gewöhnlichen Nährsubstraten lässt sich diese Art nicht cultivieren, wohl aber auf Menschenblutserum-Agar, schlechter auf Rinderblutserum-Agar bei Blutwärme.

M. tetragenus Gaffky ist durch seine regelmäßige Tetracoccenbildung und die Entwickelung einer sehr großen kapselartigen Gallerthülle im Tierkörper charakterisiert. Auf künstlichen Nährsubstraten bildet er die Kapsel nicht. Die Zellen sind kaum 1 μ im Durchmesser groß. Sein Wachstum auf künstlichen Nährsubstraten ist nicht charakteristisch, er

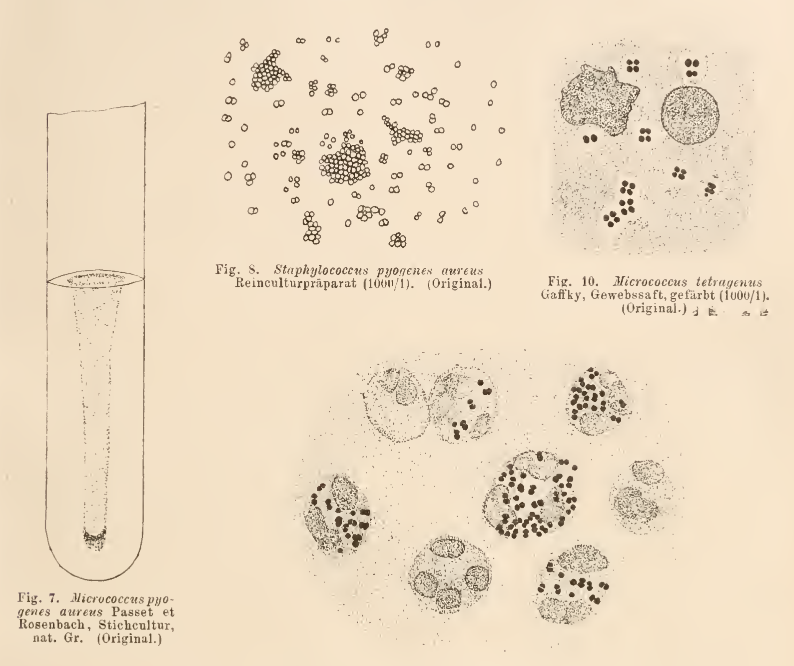


Fig. 7. *Micrococcus pyogenes aureus* Passet et Rosenbach, Stichcultur, nat. Gr. (Original.)

Fig. 8. *Staphylococcus pyogenes aureus* Reinculturpräparat (1000/1). (Original.)

Fig. 10. *Micrococcus tetragenus* Gaffky, Gewebssaft, gefärbt (1000/1). (Original.)

Fig. 9. *Micrococcus Gonorrhoeae* (Neisser) Flügge, Trippereiter, gefärbt (1000/1). (Original.)

wächst in Form von weißen Überzügen. Neuerdings ist er auch beim Menschen als Eitererreger (Zahngeschwüre) beobachtet worden; seine pathogenen Eigenschaften gegenüber Versuchstieren waren schon länger bekannt. — *M. ascoformans* Johne ist der Erreger des Mycofibroms der Pferde. Die Zellen sind 1—1,5 μ breit, rund, paarweise oder unregelmäßig zusammengesetzte Verbände bildend. Gelatine wird sehr langsam und spät etwas verflüssigt. Auf festen Nährböden silbergraue bis gelbgraue sehr dünne Überzüge bildend und einen eigentümlichen obstartig aromatischen, an Erdbeeren erinnernden Geruch bildend.

B. Nichtpathogene Arten: *M. aurantiacus* Cohn bildet runde Zellen von 1,3—1,5 μ Durchmesser, welche einzeln oder zu Diplococcen oder zu kleinen Häufchen vereinigt sind. Auf Gelatine bildet er intensiv orangegelbe Überzüge; Gelatine wird nicht verflüssigt.

M. luteus Cohn bildet einen intensiv gelben Farbstoff, der weder in Wasser noch in Alkohol und Äther löslich ist und von Säuren oder Alkalien nicht angegriffen wird. Die Zellen erscheinen in Folge der langsam vor sich gehenden Teilung meist etwas elliptisch.

M. cinnabareus Flügge bildet auf festen Nährböden einen zinnoberroten Belag, wächst aber wie alle roten Micrococcen sehr langsam. Die Zellen sind etwa 1,4 μ groß und hängen häufig in Form von Diplo- oder Tetracoccen zusammen. — *M. candicans* Flügge bildet etwa 1,5 μ große runde, zu unregelmäßigen Haufen zusammengelagerte Zellen. Sehr häufig in Wasser und Luft. Auf Gelatine milchweiße lackglänzende Überzüge bildend. — *M. ureae*

Pasteur erregt Harnstoffgährung und ist fast regelmäßig in faulem Harn zu finden. Seine Culturen riechen meist nach fauler Heringslake. Er bildet etwa 1 μ große runde zu Diplo- oder Tetracoccen vereinigte Zellen (niemals Ketten!). Auf festen Nährböden wächst er in Form von perlmutterglänzend weißen Scheiben; Gelatine wird nicht verflüssigt. — *M. ureae liquefaciens* Flügge verflüssigt die Gelatine, ist im Übrigen dem vorigen sehr ähnlich namentlich auch hinsichtlich seiner Gährungsthätigkeit. — *M. acidi lactici* Marpmann bildet große runde einzelne oder zu 2 zusammenhängende Micrococcen, welche auf Gelatine schmutzig gelblichweiße nicht verflüssigende Colonien bilden. Bewirkt Milchsäuregährung. — *M. phosphorescens* (Beyerinck) Ludwig (= *Photobacterium phosphorescens* Beyerinck) ist ein sehr großer, 2—3 μ im Durchmesser breiter Micrococcus, welcher durch die starke Phosphorescenz seiner Culturen ausgezeichnet ist. Ferner sind die Teilungsvorgänge, wie sie sich bei den Coccaceen abspielen, am besten an ihm wahrzunehmen.



Fig. 11. *Micrococcus ruber* (Winogradsky) Migula. Zellen mit Schwefelkörnchen, lebend (1000/1). (Original.)

Sect. II. *Thiopolycoccus* Winogradsky (als Gattung). Zellinhalt durch Bacteriopurpurin rötlich gefärbt, mit Schwefelkörnern. Hierher gehört *M. ruber* (Winogradsky) Migula, welcher Zellen von 1—2 μ Größe besitzt, die zu kleinen unbeweglichen soliden dicht zusammengepressten Familien vereinigt sind.

3. **Sarcina** Goodsir. Einzelne freie Zellen völlig kugelrund; meist bleiben aber die Zellen nach der Teilung verbunden und erscheinen an den Berührungsflächen deutlich abgeplattet. Teilung abwechselnd nach 3 Richtungen des Raumes, wodurch, wenn die Zellen nach der Teilung verbunden bleiben, 8zellige cubische, an den Teilungsstellen eingekerbte Colonien entstehen, die oft wieder in regelmäßigen größeren Verbänden zusammenbleiben und dann die für die Gattung so charakteristische Form waarenballenartig eingeschnürter Packete zeigen. Bewegungsorgane fehlen. Bei einigen Arten sollen Endosporen beobachtet worden sein; wahrscheinlich sind diese als Endosporen gedeuteten Gebilde nur Plasmaballen gewesen, die sich, wie vielfach bei anderen Bacterien, Tinctionsmethoden gegenüber sporenähnlich verhielten. Keimung dieser Gebilde wurde nicht beobachtet.

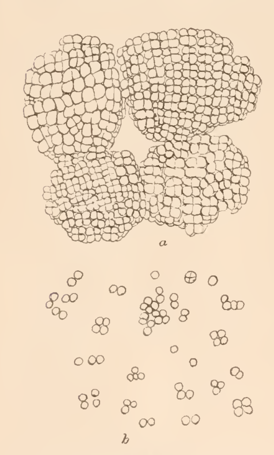


Fig. 12. *Sarcina ventriculi* Goodsir, *a* aus Mageninhalt (erbrochen), *b* aus Agarcultur (1000/1). (Original.)

Es sind etwa 45 Arten bekannt, die z. T. sehr lebhaft Farbstoff producieren und schwer zu unterscheiden sind.

Sect. I. *Eusarcina* Migula. Zellinhalt erscheint unter dem Mikroskop farblos ohne Schwefelkörner. — *S. pulmonum* Virchow. Diese Art ist wiederholt im Sputum von Phthisikern, aber auch von gesunden Menschen gefunden worden und einigemale auch bei schweren tötlich endenden Lungenerkrankungen (Pneumonomykosis sarcinica Virchow) in großen Massen, ohne dass sie jedoch pathogene Eigenschaften zu besitzen scheint. Die Zellen sind rund, mit sehr starker Membran umgeben, etwa 1—1,5 μ groß, meist zu Tetraden, zuweilen zu Packeten angeordnet. Bei dieser Art sind Endosporen beschrieben worden, die sich durch große Resistenz gegen Hitze und Austrocknung auszeichnen sollen. — *S. ventriculi* Goodsir. Zellen mit ihren Hüllen etwa 1 μ im Durchmesser groß, regelmäßige, aber rundliche Packete von 8 Zellen (oder einem Mehrfachen von 8) bildend. Diese Packete treten gern wieder zu größeren Ballen zusammen, sind weißlich oder schmutzig gelblichbraun und kommen oft massenhaft im Mageninhalt namentlich bei Magenkranken vor. Wahrscheinlich aber sind sie nur harmlose Raumparasiten. Auf Gelatine wachsen sie ohne Verflüssigung in schmutzigweißen, dicken, glänzenden Überzügen, bilden aber keine Packete, sondern nur Diplo- und Tetracoccen oder unregelmäßige Haufen. Packete von großer Regelmäßigkeit werden in flüssigen zuckerhaltigen Nährsubstraten gebildet, sie sehen aber etwas anders aus als die im Magen vorkommenden. Die Membran soll Cellulose-Reaction zeigen. — *S. Welckeri* Rossmann bildet kleine bis höchstens 64-zellige farblose Packete, deren einzelne Zellen etwa 1 μ

Durchmesser haben. Sie kommt in der Harnblase des lebenden Menschen nicht häufig vor, doch scheint sie ebenfalls keine pathogenen Eigenschaften zu besitzen. — *S. aurantiaca* Flügge bildet auf künstlichen Nährböden orangegelbe Colonien und kommt häufig als Verunreinigung aus der Luft auf Platten vor. Auf festen Nährböden bildet sie keine Packete, sondern nur in Heuaufguss. — *S. lutea* Schröter, besitzt kugelige etwa 1 μ im Durchmesser große Zellen, welche zu sehr regelmäßigen würfelförmigen Ballen mit packetförmigen Einschnürungen zusammengesetzt sind. Sie bilden citronen- oder honiggelbe krümlige bis 1 mm breite Häufchen, verflüssigt Gelatine nicht und wächst auf jedem festen Nährboden nur sehr langsam. Sie ist schwer von den zahlreichen andern gelbwachsenden Arten zu unterscheiden. — *S. flava* De Bary ist sehr ähnlich, verflüssigt aber die Gelatine. — *S. alba* Adametz. Die Zellen werden bis 1,6 μ groß und bilden meist regelmäßige 8zellige Packete. Sie wächst ohne Verflüssigung der Gelatine in weißen glänzenden Auflagerungen.

Sect. II. *Thiosarcina* Winogradsky. Zellinhalt durch Bacteriopurpurin rötlich gefärbt, mit Schwefelkörnern. *S. rosea* Schröter bildet kugelige, mit ihren Hüllen bis 2 μ im Durchmesser große Zellen, welche aus kleinen bis 8 μ breiten an den Ecken abgerundeten Ballen zusammen gesetzt sind. Im frischen Zustande hell rosenrot, im Alter bräunlich. Sie wurde in Sümpfen gefunden. Vielfach mit dieser auf künstlichen Nährböden noch nicht gezüchteten, den sogen. Schwefelbacterien zuzurechnenden Art werden kleinere rot wachsende Sarcinaarten verwechselt, die namentlich häufig als Verunreinigungen von Plattenculturen, aus der Luft stammend, auftreten. — Hierher gehört auch *Thiocapsa* Winogradsky, deren Zellen nach den Teilungen nur nicht zu Packeten vereinigt bleiben.

4. **Planococcus** Migula. Zellen einzeln oder zu 2 oder 4 genähert, oft in größerer Zahl unregelmäßige Haufen bildend. Die einzelnen freien Zellen kugelrund; Teilung abwechselnd nach 2 Richtungen des Raumes. Die Zellen sind frei beweglich. Die Bewegung wird vermittelt durch 1—4, meist 1 Geißel, die in der Regel vielmals länger ist als die Zelle.

Die zu dieser Gattung gehörenden Arten sind sämtlich noch nicht genügend untersucht und manche sind vielleicht zu *Planosarcina* zu stellen. Es sind nur wenige unvollständig beschriebene Arten bekannt. Pathogene Arten sind bisher nicht beobachtet.

Sect. I. *Euplanococcus* Migula. Zellinhalt farblos, frei von Schwefelkörnern. — *Pl. citreus* (Menge) Migula (= *Micrococcus citreus agilis* Menge) bildet gelbe Colonien und kommt auf allen gebräuchlichen Nährsubstraten fort. Die Zellen sind verhältnismäßig groß, etwa 1,6 μ im Durchmesser und schwimmen unter gleichmäßig rotierender Bewegung im hängenden Tropfen mäßig schnell durch das Gesichtsfeld. Es ist die einzige etwas besser bekannte Art dieser Gattung. Die Geißeln sind bis 10mal so lang als der Körper (Fig. 1).

Sect. II. *Thiopedia* Winogradsky (als Gatt.). Zellinhalt durch Bakteriopurpurin rötlich gefärbt, mit Schwefelkörnchen. — *Pl. roseus* (Winogradsky) Migula (= *Thiopedia rosea* Winogradsky) bildet *Merismopedia*-artige Täfelchen. Hierher ist wahrscheinlich auch *Thiothece gelatinosa* Winogradsky zu rechnen, die sich aber nach des Autors Angabe nur nach einer Richtung des Raumes teilen soll.

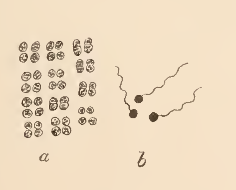


Fig. 13. *Planococcus roseus* (Winogradsky) Migula, *a* Merismopediaform, *b* Schwärmer nach der Löffler'schen Methode gefärbt. (Original.)

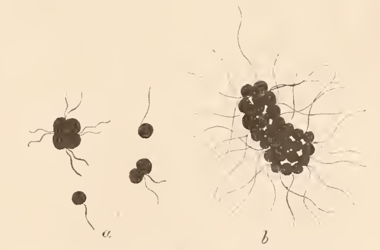


Fig. 14. *a Planosarcina mobilis* (Maurea) Migula, *b P. violacea* (Winogradsky) Migula, Löffler'sche Geißelfärbung (1000/1). (Original.)

5. **Planosarcina** Migula. Zellen einzeln völlig kugelrund, meist aber in Diplo- oder Tetracoccenform vorkommend und dann an den Berührungsflächen abgeplattet. Teilung abwechselnd nach allen 3 Richtungen des Raumes; aber selten bleiben die Zellen

zu Packeten vereinigt, gewöhnlich trennen sie sich frühzeitig. Packete sind meist nur in zuckerhaltigen flüssigen Nährsubstraten zu erzielen. Die Zellen sind frei beweglich. Die Bewegung wird vermittelt durch kürzere (*Pl. mobilis*) oder längere (*Pl. agilis*) Geißeln, welche gewöhnlich in der Einzahl jeder Zelle zukommen. In den künstlichen Culturen ist in der Regel eine starke Beweglichkeit der Zellen nicht zu erzielen und die meisten Individuen sind bewegungslos. Von den beweglichen tragen einige 2, sehr selten 3 Geißeln, Auch typische Packete sind oft beweglich; sie drehen sich dann wie Goniumtäfelchen um ihre Achse, aber meist besitzen nur einige Zellen einer solchen Colonie Geißeln.

Es sind 5 gut beschriebene Arten bekannt. Pathogene Arten sind bisher nicht beobachtet.

Sect. I. *Euplanosarcina* Migula. Zellinhalt erscheint unter dem Mikroskop farblos ohne Schwefelkörner. — *Pl. mobilis* (Maurea) Migula bildet auf künstlichen Nährsubstraten orangegelbe dünne Auflagerungen. Typische Packete werden auch auf Gelatine ausgebildet. Die Zellen werden durchschnittlich 1,4 μ groß und besitzen 1—2 Geißeln, die etwa 3 mal so lang sind als die Zellen selbst. — *Pl. agilis* (Ali Cohen) Migula (= *Micrococcus agilis* Ali Cohen) bildet auf künstlichen Nährsubstraten fleischfarbige bis hellzinnoberrote Colonien. Typische Sarcinakachete sind in stark zuckerhaltigem Heuinfus zu erhalten. Durchmesser der einzelnen Zellen 1,2—1,9 μ. Die Geißeln sind 10—20mal so lang als der Zellkörper.

Sect. II. *Thiocystis* Winogradsky (als Gattung). Teilung der Zellen stets nach 3 Richtungen des Raumes. Zellinhalt durch Bacteriopurpurin rötlich gefärbt mit Schwefelkörnchen. — *Pl. violacea* (Winogradsky) Migula (= *Thiocystis violacea* Winogradsky) bildet Zellfamilien, welche von einer gemeinsamen ziemlich dicken Gallerte umgeben sind, aus welcher sie, wenn sie in den Schwärmzustand übergehen, ausschlüpfen. Jede Zelle besitzt zwei sehr lange Geißeln. Die Zellen haben einen Durchmesser von 2,7—5,2 μ.

Sect. III. *Lamprocystis* Winogradsky (als Gattung). Teilung nur anfangs nach 3 Richtungen des Raumes, später noch 2 (?) Richtungen. Zellinhalt durch Bacteriopurpurin rötlich gefärbt mit Schwefelkörnern. — *Pl. roseo-persicina* (Winogradsky) Migula (= *Lamprocystis roseo-persicina* Winogradsky). Der vorigen Art ähnlich in ihrer Entwickelungsgeschichte, aber durch das angegebene Merkmal der Section verschieden.

Bacteriaceae

(Stäbchenbacterien)

von

W. Migula.

Mit 25 Einzelbildern in 18 Figuren.

(Gedruckt im November 1895.)

Merkmale. Die Zellen sind kürzer oder länger cylinderförmig und gerade mit abgestutzten oder mehr oder weniger abgerundeten, seltener zugespitzten Enden. Es kommen auch leicht gebogene Stäbchen vor, doch ist diese Biegung niemals eine regelmäßige schraubenförmige, den ganzen Bacterienkörper in gleicher Weise treffende Krümmung, wie bei den Schraubenbacterien, sondern durchaus unregelmäßig und meist durch Wachstumsprocesse bei enger Zusammenlagerung hervorgerufen. Bei manchen Arten, wie z. B. bei *Bacillus vulgaris* (Hauser) Migula (*Proteus vulgaris* Hauser, *Vibrio Proteus* auct.), kommen solche Krümmungen fast regelmäßig vor, sie sind aber niemals

regelmäßig schraubenförmig, was man namentlich dann leicht erkennen kann, wenn mehrere Stäbchen fadenförmig zusammenhängen. Andere Arten zeigen häufig eine stumpfe Knickung der Zellen, welche wohl ähnlich zu erklären ist, namentlich häufig bei *Bacterium tuberculosis*.

Bewegungsorgane kommen den Arten der Gattung *Bacterium* nicht zu: bei *Bacillus* stehen sie über den ganzen Körper regellos zerstreut, bei *Pseudomonas* nur an den Polen. Endosporenbildung ist bei vielen Arten aller 3 Gattungen beobachtet. Die Sporenhülle öffnet sich äquatorial oder polar bei der Keimung, was für die Unterscheidung der Arten mit Sporenbildung von großer Wichtigkeit ist. Die Lage der Sporen in der Mutterzelle ist für einige Arten sehr charakteristisch und constant (Tetanusbacillus), bei anderen variabel.

Vermehrung durch Teilung. Die Teilung der Zellen erfolgt in der Weise, dass sich jede Zelle auf die doppelte Länge streckt und dann erst in der Mitte durch eine Querwand teilt. Die Tochterzellen bleiben oft verbunden und es entstehen dann durch Aneinanderreihung derselben lange Fäden (Milzbrandbacterium), indessen sind diese Lagerungsverhältnisse sowohl von Nährboden und Temperatur als auch vom Entwickelungsstadium der Cultur selbst sehr abhängig. Bei manchen Arten ist eine starke Aufquellung der äußeren Membranschichten wahrzunehmen (z. B. *Bacterium capsulatum*), welche dann eine schwer färbbare Schleimhülle oder Kapsel um das eigentliche Stäbchen bilden. Aber auch diese Bildung tritt nur unter gewissen Ernährungsbedingungen auf.

Einteilung der Familie.

A. Zellen ohne Bewegungsorgane . . . . 1. **Bacterium.**
B. Zellen mit Bewegungsorganen (Geißeln).
  a. Geißeln über den ganzen Körper zerstreut . . . . 2. **Bacillus.**
  b. Geißeln polar . . . . 3. **Pseudomonas.**

1. **Bacterium** Ehrenberg char. emend. (Syn. *Bacillus* Fischer; *Paracloster* Fischer; *Paraplectrum* Fischer; *Arthrobacterium* Fischer). Kürzer oder länger cylindrische Zellen, zuweilen Fäden von nicht unbeträchtlicher Länge bildend, ohne Geißeln. Endosporenbildung ist bei vielen Arten beobachtet, bei anderen scheint sie vollständig zu fehlen, während bei den meisten Arten diese Verhältnisse noch nicht genügend untersucht sind.

Bekannt sind etwa 200 Arten, von denen aber die meisten nur unvollständig beschrieben sind.

A. Für den Menschen pathogene Arten. — *Bacterium Anthracis* (Koch et Cohn) Migula, Milzbrandbacillus, das erste mit Sicherheit als Erreger einer menschlichen und tierischen Infectionskrankheit 1876 nachgewiesene Bacterium. Es bildet Stäbchen von 3—20 μ Länge und etwa 1,2 μ Durchmesser, welche durch ihre rechtwinkelig abgehackten Enden ein charakteristisches Aussehen erhalten. Er bildet am besten bei 30° C. und nur bei reichlichem Sauerstoffzutritt große eiförmige Sporen, aus denen bei der Keimung die jungen Stäbchen durch einen polaren Riss austreten. Die Sporen verschiedener Culturrassen besitzen eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegenüber schädlichen Einflüssen. Man ist auch im Stande gewesen, durch Zusatz geringer Mengen von Carbolsäure zu den Nährböden eine »asporogene« Rasse zu erzielen, welcher die Fähigkeit, Endosporen zu bilden, dauernd verloren gegangen ist. Ebenso konnte man durch Cultur bei hoher, 40° C. übersteigender, Temperatur eine avirulente Varietät oder Rasse züchten. Das Milzbrandbacterium wächst leicht auf allen gebräuchlichen Nährböden. Sehr charakteristisch sind die Colonien auf Plattenculturen; es gehen hier vom Centrum der Colonie zahlreiche wellenförmig gebogene Züge von dicht neben einander liegenden Fäden aus, so dass die ganze Colonie das Aussehen eines Lockenkopfes erhält. Im Stich entwickeln sich vom Stichcanal aus haarförmige Fortsätze; die Gelatine wird verflüssigt. Für Menschen und die meisten warmblütigen Tiere pathogen, beim Menschen die Milzbrandkarbunkel, ferner Darmmilzbrand und die unheilbare sog. Hadernkrankheit erzeugend. Die Stäbchen kommen massenhaft im Blut der an Milzbrand Erkrankten vor. — *B. mallei* (Löffler) Migula (= *Bacillus mallei* Löffler) ist der Erreger der dem Pferdegeschlecht eigenen, aber auch auf andere Tiere und auf den Menschen übertragbaren Rotzkrankheit oder Morve. Die Stäbchen sind etwa 1 μ breit und 2,5 μ lang. Sehr charakteristisch ist sein Wachstum auf Kartoffeln bei Blutwärme. Hier bildet es eine

braune kleisterähnliche Masse, während es auf anderen Nährböden in Form von weißen Auflagerungen wächst. Ob das Rotzbacterium Sporen bildet, ist noch nicht sicher gestellt; die sehr große Lebensfähigkeit eingetrockneten Materials macht dies nicht unwahrscheinlich. —



Fig. 15. *Bacterium Anthracis* (Koch et Cohn) Migula, *a* Schlinge einer sogenannten Lockenkopfcolonie, gefärbt (100/1), *b* Fadenstück, gefärbt (1000/1). (Original.)



Fig. 16. Stichcultur von *Bacterium Anthracis* (Koch et Cohn) Migula, nat. Gr.

B. pneumonicum (Friedländer) Migula (= *Pneumococcus* Friedländer) wurde früher für den eigentlichen Erreger der Lungenentzündung gehalten, seine Bedeutung ist aber für die genannte Krankheit wahrscheinlich gering. Er bildet längere Stäbchen als das Fränkel'sche Pneumoniebacterium, aber auch kurze ovoide Zellen, die im Tierkörper mit einer Kapsel umgeben sind. Auf künstlichem Nährboden wächst er leicht, auch schon



Fig. 17. *Bacterium pneumonicum* (Friedländer) Migula, Sputum, Deckglaspräparat, gefärbt (1000/1). (Original.)

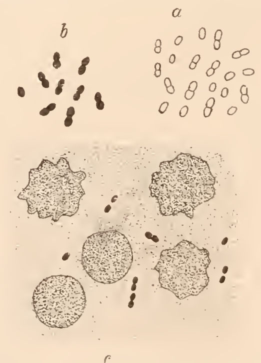


Fig. 18. *Bacterium pneumoniae* (Weichselbaum) Migula, *a* ungefärbt, *b* gefärbt aus Cultur, *c* Sputum, Deckglaspräparat, gefärbt (1000/1). (Original.)

bei Zimmertemperatur. Er ist pathogen für Mäuse, Meerschweinchen und Hunde. — *B. pneumoniae* (Weichselbaum) Migula (= *Diplococcus Pneumoniae* Weichselbaum) ist einer der Erreger der Lungenentzündung und zwar der croupösen Pneumonie, bei welcher er in dem rost-

farbenen Sputum massenhaft vorkommt. Er ist aber überhaupt einer der gefährlichsten und häufigsten Erreger bei schweren inneren Entzündungen und man schreibt ihm auch die Genickstarre (Meningitis cerebro-spinalis) zu. Sein Aussehen und seine Culturmerkmale sind sehr charakteristich und er ist deshalb nicht leicht zu verwechseln. Einzelne Zellen sind selten, sie sind dann eiförmig; gewöhnlich hängen je zwei aneinander und diese sind dann so kurz, dass sie Diplococcen ähnlich sehen. Das freie Ende jeder Zelle ist außerdem fast stets etwas lanzettförmig gestaltet. Präparate aus dem tierischen Körper zeigen ihn stets von einer deutlichen Kapsel umgeben, die bei der gewöhnlichen Art der Färbung ungefärbt bleibt. Er wächst nur bei Temperaturen oberhalb 24° C; in Gelatine-Stichculturen ganz ähnlich wie der *Streptococcus Erysipelatos*. Auf schräg erstarrtem Agar gehen nach 24 Stunden bei 37° C. sehr kleine durchsichtige weiße Tröpfchen im Impfstrich auf, welche nur wenig an Größe zunehmen. Die Culturen sind nur kurze Zeit lebensfähig; alle 4 Tage müssen sie frisch übergeimpft werden. — *B. tuberculosis* (Koch) Migula ist als Erreger der menschlichen und tierischen Tuberculose von Koch nachgewiesen. Er bildet sehr feine 2—6 μ lange meist schwach eingeknickte Stäbchen, welche sich nur bei Temperaturen über 30° C., am besten bei 37° C. züchten lassen und zwar nur auf Blutserum oder Glycerin-Agar, oder in Bouillon. Eigentümlich ist sein Verhalten Farbstoffen gegenüber; er nimmt nur schwer Farbstoffe auf, hält aber die einmal aufgenommenen auch sehr zähe fest. Auf dieser Eigenschaft beruht die einfache und sichere Methode, ihn in Geweben nachzuweisen. Man färbt die Gewebsschnitte oder die am Deckglas fixierten Sputummassen mit Carbolfuchsin (oder Anilinwasserfuchsin) heiß, entfärbt dann das Gewebe mit verdünnter Säure (Salpetersäure 1 : 5) und Alkohol; die Tuberkelbacterien bleiben dabei intensiv rot gefärbt, während sich alles andere, auch die anderen etwa vorhandenen Bacterien entfärben. Man kann dann noch mit einer Contrastfarbe (Methylenblau) nachfärben, wobei sich dann die intensiv roten Stäbchen von dem blauen Grunde sehr scharf abheben. Er wächst auf künstlichen Nährböden sehr langsam und ist sehr empfindlich; auf Blutserum bildet er nach 14 Tagen bis 3 Wochen kleine schmutzig weiße trockene Schüppchen. Auf Glycerin-Agar sind die Schüppchen weniger trocken, bei viel Glycerin entsteht eine mehr feucht-schleimige Auflagerung. Überimpfungen von Culturen haben bei fast allen warmblütigen Tieren Erfolg, verhältnismäßig wenig empfänglich sind ausgewachsene Hunde, weiße Mäuse und Ratten.

Der bei der Hühnertuberculose gefundene Organismus ist vielleicht eine andere, aber sehr nahe verwandte Art, oder vielleicht auch nur eine Varietät.



Fig. 19. Gefärbtes Deckglaspräparat von Tuberkelbacillen enthaltendem Sputum (1000/1). (Original.)



Fig. 20. *A Bacterium influenzae* Pfeiffer; *B B. diphtheritidis* (Löffler) Migula. Beide aus Reinculturen, gefärbt (1000/1). (Original.)

Sporen sind beim Tuberkelbacterium noch nicht zweifellos nachgewiesen und ihr Vorhandensein von mauchen Autoren bestritten. Die Bacterien besitzen aber eine große Lebenszähigkeit, nur direktes Sonnenlicht tötet sie rasch. — *B. Leprae* (Arm. Hansen) Migula, der Erreger des Aussatzes, Lepra, ist dem Tuberkelbacillus sehr ähnlich, auch in seinem Verhalten gegenüber Farbstoffen. Die Stäbchen sind jedoch gerader, sehr selten deutlich geknickt, an beiden Enden in der Regel etwas verjüngt. Künstliche Culturen sind bisher nicht gelungen, die von italienischen Forschern cultivierten Leprabacillen sind wahrscheinlich nur harmlose Hautparasiten. — *B. syphilidis* (Schröter) Lustgarten (= *Bacillus syphilidis* Schröter) ist dem Tuberkelbacillus in jeder Hinsicht sehr ähnlich, ist aber weit leichter zu entfärben. Künstliche Züchtung ist bisher noch nicht gelungen. Seine Rolle als Erreger der Syphilis ist zunächst noch sehr zweifelhaft. — *B. Rhinoskleromatis* (v. Frisch) Migula ist aus dem Gewebssaft von Rhinoskleromknoten erhalten worden. Im Tierkörper ist er mit oft mächtigen Gallerthüllen umgeben und ähnelt dem Friedländer'schen Pneumoniebacterium, ist aber Tieren gegenüber weniger virulent. In Gelatine-Stichculturen wächst er in Form einer sog. Nagelcultur,

d. h. es bildet sich über der Einstichstelle eine weiße knopfförmig emporgewölbte Colonie, im Stichcanal ein nach unten sich verjüngender Faden. — *B. influenzae* Pfeiffer, der Erreger der Grippe, Influenza, gehört zu den kleinsten bisher bekannten Bacterienarten. In gefärbten Deckglaspräparaten erscheint er etwa 0,4 μ dick und 0,8—1,0 μ lang. Er kommt im Sputum der Influenzaerkrankten in großer Menge vor, ist aber sehr schwer und nur unter besonderen Bedingungen zu cultivieren. Er zeigt nämlich die interessante Eigentümlichkeit, nur in Berührung mit roten Blutkörperchen zu wachsen. Man muss deshalb auf die Oberfläche schräg erstarrten Agars znächst einen Tropfen steriles Blut ausstreichen, ehe man eine Impfung macht. Dann erscheinen die Colonien bei 37° nach 24 Stunden als sehr feine durchsichtige Tröpfchen. Die Culturen verlieren schon nach wenig Tagen ihre Lebensfähigkeit. — *B. diphtheritidis* (Löffler) Migula (= *Bacillus diphth.* Löffler), der Erreger der menschlichen Diphtherie bildet kleine, ungefähr 0,8 μ dicke und 2—4 μ lange Stäbchen, welche sehr zu Involutionsformen neigen und namentlich in gefärbten Präparaten an den abgerundeten Enden hantelförmig angeschwollen erscheinen. Seine Culturen zeigen wenig charakteristische Merkmale. Er wächst auf allen künstlichen Nährböden, aber nur bei Temperaturen, welche über 17° liegen, am üppigsten bei 37° C. Er tritt in den Pseudomembranen bei Diphtheritis in großer Menge auf, wird aber in der Regel bald von Streptococcen und anderen Bacterien überwuchert. Auch in künstlichen Culturen scheidet er ein Toxalbumin ab, welches wohl zu den stärksten existierenden Giften zu rechnen ist.

B. Für Tiere pathogene Arten: *B. murisepticum* (Koch) Migula ist im Pankewasser und in faulenden Flüssigkeiten, auch in Gartenerde öfter gefunden, erregt bei Mäusen eine rasch tötlich verlaufende Krankheit. Er bildet Stäbchen von 0,7 μ Dicke und 1—3 μ Länge; Sporenbildung ist mit Sicherheit nicht beobachtet. In Gelatine-Stichculturen bildet er, ohne

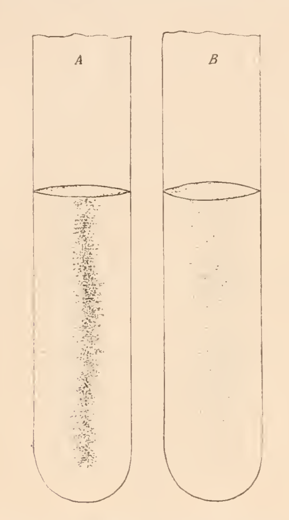


Fig. 21. *A* Stichcultur von *Bacterium erysipelatos suum* Migula. — *B* Stichcultur von *B. murisepticum* (Koch) Migula, nat. Gr.


Fig. 22. *Bacterium erysipelatos suum* Migula, aus Reincultur gefärbt (1000/1). (Original.)

die Gelatine zu verflüssigen, wolkige vom Stichcanal ausgehende Trübungen, Erst spät tritt eine geringe Verflüssigung ein. — *B. erysipelatos suum* Migula (Bacillus des Schweinerotlaufs Löffler, Schütz) ist dem *B. murisepticum* morphologisch sowohl als in seinem culturellen Verhalten sehr ähnlich, zeigt aber doch einige constante Unterschiede. Die Zellen sind kürzer und dünner, der Impfstrich in Gelatine entwickelt sich zu einer schmaleren, aber dichteren, gläserbürstenartig aussehenden Trübung. Ist der Erreger einer sehr bösartigen Seuche unter den Schweinen (Rotlauf). — *B. cuniculicida* (Koch) Migula ist im Pankewasser gefunden worden und erregt bei Kaninchen septikämische Erkrankung. Es sind kurze 1,4 μ lange, 0,8 μ breite, an den Enden abgerundete, oft zu kurzen Fäden verbunden bleibende Zellen, die sich charakteristisch bei der Färbung mit schwachen Farbstofflösungen verhalten. Es färben sich nämlich nur die Pole intensiv, während in der Mitte ein feiner Spalt ungefärbt bleibt. Sie gedeihen auf allen Nährböden auch schon bei Zimmertemperatur, ihre Culturen zeigen kein charakteristisches Aussehen. Wahrscheinlich identisch mit *Bact. cuniculicida* oder doch sehr nahe verwandt sind *B. cholerae gallinarum* Pasteur, der Bac. der Entencholera (Cornil), das Bacterium der Wild- und Rinderseuche, welche mit einigen

anderen beweglichen Arten von Hueppe zu der Sammelspecies des Bacillus der Septikämia haemorrhagica zusammengefasst sind. — *B. capsulatum* (Pfeiffer) Migula ähnlich wie *B. Pneumoniae* und *B. pneumonicum* im Tierkörper von einer starken Gallertkapsel umgebene Stäbchen, welche auf künstlichen Nährböden diese Kapsel nicht zeigen. Für manche Tiere pathogen. In Culturen ähnlich dem *B. pneumonicum* Friedländer, aber üppiger wachsend.

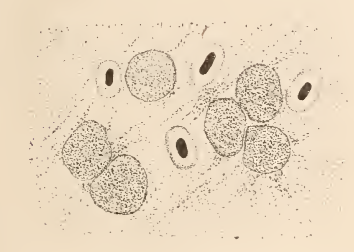


Fig. 23. *Bacterium capsulatum* Pfeiffer, Gewebssaft, gefärbt (1000/1). (Original.)

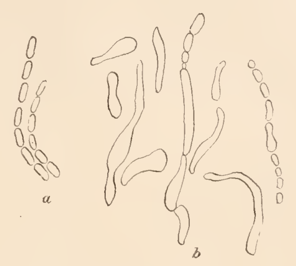


Fig. 24. *Bacterium aceti* (Kütz.) Zopf, *a* normale Zellen, *b* Involutionsformen, ungefärbt (1000/1). (Original.)

C. Gährungerreger und Farbstoffbildner: *B. aceticum* (Kütz.) Zopf bildet kurze in der Mitte meist etwas eingezogene Stäbchen mit scharf rechtwinklig abgestutzten Enden, welche zuweilen lange Ketten bilden. Einzelne Zellen nehmen ganz ungewöhnliche Formen an, wie das Essigbacterium überhaupt sehr zu Involutionsformen neigt. Mit Jod färben sich die Zellen gelb. Ist der Erreger der Essigsäuregährung und vermag Alkohol zu vergähren. — Sehr ähnlich auch in seinem physiologischen Verhalten ist *B. Pasteurianum* (Hauser) Migula (*Bacillus Pasteurianus* Hauser), unterscheidet sich aber vom vorigen dadurch, dass es sich mit Jod blau färbt. — *B. acidi lactici* (Hueppe) Migula (*Bacillus acidi lactici* Hueppe), bildet kurze dicke Zellen, meist doppelt so lang als breit und meist zu 2 aneinander hängend, selten kurze Fädchen bildend. Die Länge beträgt gegen 1,8 μ, die Breite etwa 0,9 μ. Sie bilden endogene Sporen. Auf den üblichen Nährböden gedeihen sie leicht. Sie erregen in zuckerhaltigen Flüssigkeiten Milchsäuregährung und sind die gewöhnliche Ursache des Gerinnens der Milch. Außer dieser Art giebt es noch zahlreiche Erreger von Milchsäuregährung, deren morphologische Eigenschaften noch sehr wenig klargestellt sind. — *B. ureae* (Jaksch) Migula bildet plumpe etwa 1 μ breite und 2 μ lange Stäbchen mit abgerundeten Enden. Es wächst leicht auf künstlichen Nährböden, aber ohne charakteristisches Aussehen. Es zerlegt Harnstoff sehr energisch, wobei hauptsächlich kohlensaures Ammoniak entsteht. — *B. chrysogloea* Zopf zeichnet sich durch die Entwickelung eines prachtvoll goldgelben Farbstoffes aus, der zu den Lipochromen gehört. Ähnliche Farbstoffe werden von verschiedenen nahe verwandten Arten gebildet, so *B. aureus* Frankland, *B. aurescens* Frankland, *B. egregium* Zopf u. s. w.



Fig. 25. *Bacterium acidi lactici* (Hueppe) Migula, aus Reincultur gefärbt (1000/1). (Original.)

2. **Bacillus** Cohn char. emend. incl. *Granulobacter* Beyerinck, *Clostridium* Prazmowski, *Arthrobactridium* Fischer, *Cystobacter* Schröter. Syn. *Bactridium* Fischer, *Plectridium* Fischer, *Diplectridium* Fischer. Kürzere oder längere stäbchenförmige bis ovoide Zellen, oft zu ziemlich langen Fäden verbunden, beweglich mit über den ganzen Körper zerstreut stehenden wellig gebogenen Geißeln. Die Zahl der Geißeln ist bei den verschiedenen Arten verschieden, schwankt aber auch innerhalb einer Art nicht unbeträchtlich. Die meisten Geißeln besitzt *B. Proteus*, bei dem sie die Zelle vollständig einhüllen; wenig, 4—6, Geißeln besitzt *B. megatherium*. Endosporenbildung ist bei vielen Arten beobachtet und zum Teil genau untersucht.

Bekannt sind etwa 150 zum Theil mangelhaft beschriebene Arten.

A. Für den Menschen pathogene Arten: *B. Tetani* Nicolaier ist der Erreger des Wundstarrkrampfes und ist außer im Wundsecret Tetanuskranker auch noch wiederholt in Erde, Jauche und zerfallenem Mauerwerk gefunden worden. Er ist streng anaerob und wächst nur bei völligem Abschluss der atmosphärischen Luft, am besten bei Blutwärme. In hoher Traubenzuckergelatine bildet er eine etwa 3 cm unter der Oberfläche beginnende vom Stich ausgehende feinstrahlige Trübung. Er ist in der Regel wenig beweglich. Charakteristisch ist die Bildung endständiger, den Durchmesser des Stäbchens bei weitem übertreffender Sporen (Köpfchenbacterien), welche völlig kugelig sind. Dieselben bleiben in eingetrocknetem Zustande über $1\frac{1}{2}$ Jahre lebensfähig. — *B. typhi* Gaffky, der Erreger des Unterleibstyphus, ist ein Stäbchen von etwa 1 μ Dicke und 3—5 μ Länge mit abgerundeten Enden und zahlreichen über den ganzen Körper zerstreuten wellig gebogenen Geißeln.

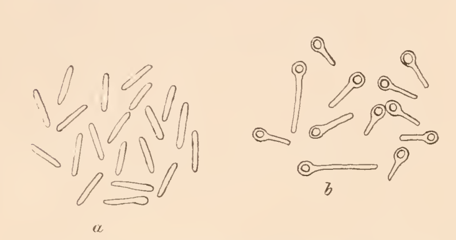


Fig. 26. *Bacillus Tetani* Nicolaier, *a* aus junger Cultur, *b* sporentragend (1000/1) (Original.)

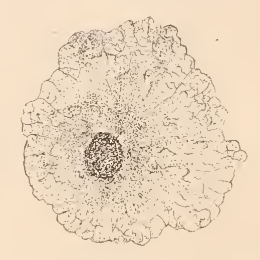


Fig. 27. Colonie des Typhusbacillus auf Gelatineplatte (30/1). (Original.)

Es bildet keine Sporen. Die Unterscheidung gegenüber den sehr zahlreichen typhusähnlichen Arten ist überaus schwierig und nur durch eine große Anzahl verschiedener Culturversuche mit Sicherheit festzustellen. Der Typhusbacillus wächst auf allen üblichen Nährböden; auf Kartoffeln bei 37° C. üppig, ohne dass man aber mit dem Auge die Colonie wahrnehmen kann oder die Kartoffeloberfläche sich verändert. Dieses typische Wachstum unterscheidet sich sehr wesentlich von ähnlichen Arten. Ebenso bildet der Typhusbacillus auf Kartoffeln an den Enden der Zellen sporenähnliche eigentümliche Plasmaballungen, die sog. Polkörner, welche in dieser Regelmäßigkeit den ähnlichen Arten nicht zukommen. Der Typhusbacillus produciert ferner in Traubenzuckerhaltigen Flüssigkeiten kein Gas. Seine Colonien auf Gelatineplatten sind, so lange sie eingeschlossen sind, wetzstein- oder citronenförmig, weißlich undurchsichtig; sobald sie an die Oberfläche gelangen, breiten sie sich in Form eines unregelmäßigen durchsichtigen, einem Stück Eis oder Glas mit muscheligem Bruch ähnlichen Überzuges aus. Die übrigen Culturen haben nichts Charakteristisches.



Fig. 28. *Bacillus typhi* Gaffky, Typhusbacillen aus Agarcultur (1000/1). (Original.)

B. Für Tiere pathogene Arten: *B. carbonis* Migula (Rauschbrandbacillus aut., Bacille de charbon symptomatique der französischen Autoren) kommt in den serösblutigen Exsudaten der an Rauschbrand verendeten Tiere vor. Er ist streng anaerob. In hoher Traubenzuckergelatine wächst er in Form wolkig geballter mit Gasblasen durchsetzter rasch verflüssigender Massen. Die Culturen entwickeln einen höchst widerlichen durchdringenden charakteristischen Geruch. Er bildet unter Anschwellung endogene Sporen. Gegen den Rauschbrand wendet man seit einigen Jahren mit großem Erfolg eine Schutzimpfung an, durch welche in den vom Rauschbrand heimgesuchten Gegenden diese Krankheit fast zum Verschwinden gebracht worden ist. Diese Schutzimpfung basiert darauf, dass man die bacillenhaltige Flüssigkeit eines mit Rauschbrand geimpften Schafes sammelt, bei hoher Temperatur (ca. 80°) trocknet und hierdurch ein »Vaccin« gewinnt, welches bei Verimpfung eine leichte, meist local bleibende Krankheit hervorruft, die in kurzer Zeit in Genesung übergeht, aber Immunität zurücklässt. Für Menschen ist der Rauschbrandbacillus nicht pathogen, dagegen in hohem Grade für Rindvieh, Schafe und Ziegen. Interessant ist

noch die Eigentümlichkeit der Geißeln des Rauschbrandbacillus, leicht zu eigentümlichen langen und dicken zopfartigen Gebilden zu verkleben. — *B. oedematis* Liborius, dieser schon von Pasteur und Koch beobachtete Organismus, ruft bei Tieren sehr bösartige Wundinfectionskrankheiten hervor und hat früher oft zu Verwechselungen mit Milzbrand Veranlassung gegeben. Er ist aber streng anaerob und wächst nur bei völligem Luftabschluss. In Gelatine bildet er einige Centimeter unter der Oberfläche eine weiße geballte wolkige, die Gelatine rasch verflüssigende Masse. Die Stäbchen sind etwas kleiner als die des Milzbrandes, sehr beweglich, mit außerordentlich zahlreichen und langen Geißeln besetzt. Bei der Sporenbildung schwellen die Stäbchen etwas an, die Sporen liegen meist dem einen Ende etwas näher. Er ist in Gartenerde häufig. Für den Menschen scheint er im allgemeinen nicht pathogen zu sein, nur bei durch Krankheit erschöpften Individuen gewinnt er parasitäre Angriffskraft. — *B. suicida* Migula (Bacillus der deutschen Schweineseuche Löffler, Schütz) ist ein kleines lebhaft bewegliches Stäbchen von 0,5 μ Dicke und 0,8—1 μ Länge. Er ruft die gefürchtete Schweineseuche hervor, die früher vielfach mit dem Rotlauf verwechselt wurde, aber weit bösartiger ist. Ähnliche seuchenartige Krankheiten in anderen Ländern (Schweden, Dänemark, England, Frankreich, Nordamerika) werden durch nahe verwandte Arten hervorgerufen, doch steht deren Artselbständigkeit noch nicht fest und die morphologischen Merkmale sind bisher nicht genügend präcisiert. Alle diese Arten werden zur Gruppe der Bacterien der Septikämia hämorrhagica Hueppe gerechnet. — *B. typhi murium* Löffler ruft unter den Feldmäusen (auch anderen Arten) eine schwere, stets mit dem Tode der Erkrankten endende Epidemie hervor und wurde deshalb zur Bekämpfung der Feldmausplage verschiedentlich im Großen benutzt. Die Erfolge sind noch nicht zu übersehen; sie sind bisher sehr ungleich gewesen. Es ist ein dem Typhusbacillus ähnliches, aber kleineres, reich begeißeltes Stäbchen ohne besonders hervorragende culturelle Eigenschaften.



Fig. 29. *Bacillus oedematis* Liborius, *a* mit Sporen, *b* nach Geißelfärbnng (1000/1). (Original.)

C. Nicht pathogene Arten: *B. subtilis* (Ehrenb.) Cohn, der Heubacillus, dasjenige Bacterium, welches wohl von allen am genauesten untersucht worden ist und an welchem Cohn zuerst seine Sporenentdeckungen gemacht hat. Er bildet etwa 1,2 μ breite und 5—8 μ lange wackelnd bewegliche Stäbchen, welche zu langen Fäden auswachsen, unbeweglich werden und dann in jeder Zelle je eine centrale stark lichtbrechende Spore bilden. Die Sporen keimen mit äquatorialem Riss, sind sehr resistent gegen hohe Temperaturen und halten selbst einstündiges schwaches Kochen aus. Ist sehr verbreitet, namentlich regelmäßig mit einigen sogen. falschen Heubacillen im Heu zu finden. — *B. coli* (Escherich) Migula (*Bacterium coli commune* Escherich) ist dem Typhusbacillus sehr ähnlich und mit diesem oft verwechselt. Der *B. coli* ist wahrscheinlich eine Sammelspecies, deren



Fig. 30. *Bacillus subtilis* (Ehrenb.) Cohn, *a* schwärmende Stäbchen, ungefärbt, *b* Teil einer durch *B. subtilis* gebildeten Haut, *c* Sporen bildende Fäden, *d* schwärmende Stäbchen nach der Löffler'schen Geißelfärbung (*a*, *c*, *d* 1000/1, *b* 100/1). (Original.)

einzelne Componenten mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln der bacteriologischen Forschung noch nicht mit Sicherheit auseinander gehalten werden können. Er ist ein regelmäßiger Bewohner des menschlichen und tierischen Darmcanals, der verschiedensten Fäcalstoffe und der mit solchen verunreinigten Wässer. Deshalb deutet sein Vorkommen im Wasser stets auf eine Verunreinigung desselben. Vom Typhusbacillus unterscheidet er sich leicht durch sein deutlich sichtbares Wachstum auf Kartoffeln, durch den Mangel der Polkörnerbildung, durch geringe Anzahl (4—8) Geißeln und durch Gasproduction in Traubenzuckergelatine. — *B. butyricus* Hueppe bildet ziemlich kurze 0,7 μ dicke Stäbchen, welche zuweilen zu Fäden aneinander hängen. Er bildet große ovoide mittelständige Sporen am besten und reichlichsten bei 30° C. Am üppigsten ist sein Wachstum bei ca. 35° C. In Milch bewirkt er Buttersäuregährung; er bewirkt Coagulierung des Caseins, welches peptonisiert wird. — ? *B. radicicola* Beyerinck (1888) (*Rhizobium leguminosarum* Frank 1890) ist in seiner Zugehörigkeit zur Gattung *Bacillus* noch sehr zweifelhaft und in seinen morphologischen und biologischen Eigenschaften noch bei weitem nicht genügend untersucht. Vielleicht ist es eine Sammelspecies von ähnlichen Arten, oder vielleicht auch nur constanter Varietäten, die sich durch Anpassung an verschiedene Leguminosen entwickelt haben. Man unterscheidet demnach *B. radicicola* var. *Fabae*, var. *Viciae hirsutae*, var. *Trifoliorum*, var. *Pisi* u. s. w. Sie rufen die interessanten Wuzelknöllchen der Papilionaceen hervor; die Art und Weise des Eindringens und die weitere Entwickelung ist trotz zahlreicher Untersuchungen durchaus noch nicht sichergestellt. Später degenerieren die Bacillen in den Knötchen, nehmen eigentümliche Involutionsformen (Bacteroiden) — oft gabelig verzweigt — an, sterben ab und werden als Eiweißkörper in den Wurzeln gespeichert (Stickstoffanreicherung durch Leguminosen). Die Gestalt des *B. radicicola* ist wohl die eines etwa 1 μ breiten, 4 μ langen Stäbchens; aber neben dieser typischen Form kommen noch zahlreiche andere vor, die zum Teil sicher als Involutionsformen zu deuten sind, zum Teil aber auch besondere Entwickelungsstadien einer verhältnismäßig polymorphen Bacterienart repräsentieren können. Weitere eingehende Untersuchungen müssen ergeben, in wie weit die verschiedenen Formen in den Entwickelungskreis einer Art gehören. Man findet auch sehr kleine lebhaft bewegliche Schwärmer von nur 0,9 μ Länge und 0,18 μ Dicke. Außerdem kommen kugelige, birnförmige, gegabelte oder sonst unregelmäßig gestaltete z. T. für einzelne Varietäten charakteristische Zellformen vor (Literatur: Woronin, Über die bei der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) und der gewöhnlichen Gartenlupine (*Lupinus mutabilis*) auftretenden Wurzelanschwellungen. 1866. — Brunchhorst, Über die Knöllchen an den Leguminosenwurzeln. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1885. — Beyerinck in Botan. Zeitung 1888 Nr. 46—50. — Frank, Über die Pilzsymbiose der Leguminosen. 1890. — Merck, Über die Formen der Bacteroiden. Inaug. Dissertation Leipzig 1891.) — *B. synxanthus* Schröter bringt in Milch Gelbfärbung hervor. Er ist ein kleines lebhaft bewegliches Stäbchen, dessen morphologische Eigenschaften noch nicht hinreichend erforscht sind. — *B. megatherium* De Bary bildet kurze plumpe, zu Fäden aneinander hängende Stäbchen, welche in sehr kurzen Zellen je eine centrale große Spore bilden. Diese keimt durch einen äquatorialen Riss. — *B. virens* van Tieghem besitzt eine deutlich sichtbare grüne Färbung (Chlorophyll ?), ist aber im übrigen wie einige andere grün gefärbte von van Tieghem und Engelmann beschriebene Bacterien nur ganz unvollständig bekannt. — *B. amylobacter* Van Tieghem (*Clostridium butyricum* Prazmowsky) bildet große dicke Stäbchen von 3—10 μ Länge und 1,2 μ Breite, oft Ketten bildend. Bei der Sporenbildung schwellen die Stäbchen spindelförmig auf. Er wird bei Behandlung mit Jodlösung blau. Man schreibt ihm die Production eines Cellulose lösenden Fermentes zu, er produciert reichlich Buttersäure in kohlehydrathaltigen Flüssigkeiten und vermag auch Kasein zu lösen. — *B. vulgatus* (*B. mesentericus vulgatus* Flügge) ist durch die Bildung außergewöhnlich widerstandsfähiger Sporen von Interesse. Er ist auch in manchen Fällen an der Nassfäule der Kartoffelknollen beteiligt. Er bildet kleine mäßig dicke Stäbchen mit abgerundeten Enden und schönen welligen, über den ganzen Körper zerstreuten Geißeln. Er ist mit ziemlicher Sicherheit auf gekochten Kartoffeln zu erhalten. — *B. indicus* (*B. indicus ruber*) Koch, im Magen eines Affen gefunden, ist dem *B. prodigiosus* sehr ähnlich, aber von diesem durch die Produktion eines anderen roten Farbstoffes verschieden. Der *Bacillus ruber* Frank, Cohn ist von den übrigen einen roten Farbstoff producierenden Bacterien durch Sporenbildung unterschieden. — *B. prodigiosus* (Ehrenberg) Flügge (= *Monas prodigiosa* Ehrenberg, *Micrococcus prod.* Cohn) bekannt als Bildner eines intensiv blutroten Farbstoffes, der zu dem Aberglauben der blutenden Hostien (daher Hostienpilz) Veranlassung gegeben hat. Er tritt auch manchmal in höchst unliebsamer Weise in Bäckereien auf und macht das Brot durch die unappetitliche Rotfärbung und den widerlichen Tri-

methylamingeruch ungenießbar. Er stellt ein kleines ovoides Stäbchen von 0,8 μ Dicke und 1,5 μ Länge dar, welches über den ganzen Körper zerstreute Geißeln trägt. — *B. vulgaris* (Hauser) Migula (= *Proteus vulgaris* Hauser, *Bacillus Proteus* auct.) ist ein an der Fäulnis von Eiweißkörpern hervorragend beteiligtes kurzes, sehr lebhaft bewegliches Stäbchen. Interessant ist er durch die ungeheure Anzahl von Geißeln, welche an längeren Stäbchen oder kurzen mehrzelligen Fäden stehen.

3. **Pseudomonas** Migula. Syn. *Bactrinium* Fischer, *Clostrinium* Fischer, *Plectrinium* Fischer, *Arthrobactrinium* Fischer, *Bactrillum* Fischer, *Clostrillum* Fischer, *Plectrillum* Fischer, *Arthrobactrillum* Fischer, *Halibacterium B.* Fischer ex p. Kürzer oder länger cylindrische Zellen, welche zuweilen kleine Fäden bilden, lebhaft beweglich mit polarer Begeißelung. Die Zahl der an einem Pol stehenden Geißeln schwankt bei den verschiedenen Arten zwischen 1—10 und ist am häufigsten 1 oder 3—6. Endosporenbildung kommt vor, aber nur bei wenigen Arten.

Eine Trennung der hierhergehörigen Arten in zwei Gattungen, je nach dem am Pol nur 1 Geißel oder ein Büschel von Geißeln steht, wie dies von Fischer vorgeschlagen wurde, ist unthunlich, da alle Übergänge zwischen streng eingeißeligen und vielgeißeligen Arten vorhanden sind.

Sect. I. *Eupseudomonas* Migula. Zellinhalt farblos, ohne Schwefelkörnchen.

Bekannt sind etwa 50 schwer unterscheidbare Arten. *P. pyocyanea* (Gessard) Migula (*Bacillus pyocyaneus* Gessard) ist der Erreger des blauen Eiters. Er besitzt nur eine Geißel an einem Pol, die etwa doppelt so lang ist als der Körper, bildet keine Endosporen, verflüssigt die Gelatine und erzeugt einen grün fluorescierenden Farbstoff, nicht zwei verschiedene, wie gewöhnlich angenommen wird. Früher hielt man diese Art für harmlos und glaubte, dass sie sich nur von dem durch andere Organismen producierten Eiter ernähre; neuerdings ist aber ihr pathogener Charakter festgestellt worden. — *P. violacea* (Schröter) Migula (= *Bacillus violaceus* Schröter) besitzt eine polare Geißel und zeichnet sich durch die Production eines intensiv dunkelvioletten Farbstoffes aus. In Flusswasser nicht selten. Hierher gehört wahrscheinlich auch *Bacterium ianthinum* Zopf. — *P. macroselmis* Migula bildet einen grün fluorescierenden Farbstoff, welcher verdünnt hellgelb, concentriert dunkelorange ist und je nach der Concentration, wie bei den übrigen hierhergehörigen Arten mit Bildung fluorescierender Farbstoffe, hellgrün bis stahlblau fluoresciert. Sie besitzt 1, selten 2 außergewöhnlich lange Geißeln an einem Pol, welche den Körper um das 12—20fache an Länge übertreffen. *Ps. putida* (Flügge) Migula (= *Bacillus fluorescens putidus* Flügge) ist eines der häufigsten und verbreitetsten Wasserbacterien und kommt sowohl in reinen Trinkwässern, als auch in Seen, Flüssen und Fabrikabwässern vor. Sie produciert denselben grün fluorescierenden Farbstoff und wächst ähnlich wie die vorige Art auf Nährböden, besitzt aber 3—6 polare Geißeln. Sporenbildung kommt bei beiden Arten nicht vor, ebensowenig wird Gelatine verflüssigt. — *Ps. syncyanea* (Ehrenb.) Migula (= *Vibrio syncyaneus* Ehrenberg) bildet kleine Stäbchen mit polaren Geißelbüscheln (Fig. 1), ohne Endosporenbildung, verflüssigt die Gelatine nicht. Außer dem fluorescierenden Farbstoff wird noch ein in sauren Lösungen stahlblauer, in alkalischen brauner Farbstoff von dieser Art gebildet. Sie erzeugt in roher Milch eine intensive Blaufärbung (»Blaue Milch«). — *P. fluorescens* (Flügge) Migula (= *Bacillus fluorescens liquefaciens* Flügge) ist ebenfalls eine der häufigsten Wasserbacterienarten mit polaren Büscheln von 3—6 Geißeln, ohne Endosporenbildung. Sie verflüssigt die Gelatine in Plattenculturen sehr energisch. — *Ps. erythrospora* (Cohn) Migula (= *Bacillus erythrosporus* Cohn) zeichnet sich unter den Arten, welche fluorescierenden Farbstoff producieren, durch Bildung schmutzig roter Endosporen aus, ist im übrigen der *Ps. putrida* sehr ähnlich und besitzt wie diese an einem Pol 3—6 Geißeln. Sie scheint nicht häufig zu sein, und was gewöhnlich unter diesem Namen in bakteriologischen Instituten gezüchtet wird, ist in der Regel eine andere der zahlreichen fluorescierenden Arten. — *Ps. berolinensis* (Classen) Migula (= *Bacillus berolinensis indicus* Classen) im Spreewasser nicht selten, bildet einen indigoblauen, in Wasser, Alkohol, Äther und Schwefelkohlenstoff unlöslichen, sehr intensiven Farbstoff. Doch verliert sie das Vermögen der Farbstoffbildung zuweilen auf künstlichem Culturboden. — *Ps. rosacea* (Dowdeswell) Migula (= *Bacillus r. metalloides* Dowdeswell) zeichnet sich vor allen Arten dieser Gattung durch die Bildung eines schönen metallischglänzenden rosaroten Überzuges auf Nährböden aus. — *Ps. europaea* (Winogradsky) Migula (= *Nitrosomonas europaea* Winogradsky) ist einer der von Winogradsky entdeckten Erreger der Nitrification im Boden. Auf den üblichen Nährböden wächst diese Art nicht,

wohl aber in Culturflüssigkeiten, welche verhältnismäßig arm an organischen Substanzen sind. Isoliert wurde er durch mit Kieselsäuregallerte angelegte Plattenculturen. Er besitzt eine polare Geißel, die so lang bis doppelt so lang ist als der Bacterienkörper. — *Ps. javanensis* (Winogradsky) Migula (*Nitrosomonas javanensis* Winogradsky) ist ebenfalls eine Nitrobacterienart, welche sich durch eine sehr lange Geißel auszeichnet. Die Geißel ist bis 20mal so lang als die kleine ovoide Bacterienzelle, wohl die längste, die man überhaupt bisher bei Bacterien beobachtet hat. Im übrigen ist sie der vorigen Art nahe verwandt.



Fig. 31. *Pseudomonas europaea* (Winogradsky) Migula, Geißelfärbung (1000/1). (Original.)

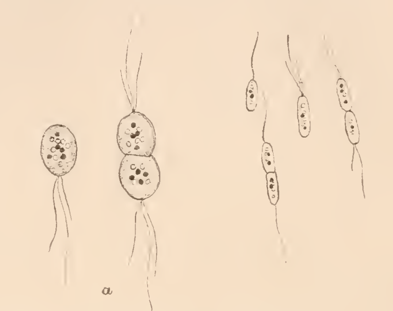


Fig. 32. *a Pseudomonas Okenii* (Cohn) Migula; *b P. rosea* Migula (1000/1). (Original.)

Sect. II. *Chromatium* Perty. Zellen mit rotgefärbtem Zellinhalt und mit Schwefelkörnchen.

Hierher gehören eine Anzahl nicht besonders häufiger sehr großer rot gefärbter sogen. Schwefelbacterien, welche durch *Rhabdochromatium* sich an die Flagellaten anschließen. Diese letztere Gattung entspricht nicht mehr dem Bacterientypus. Von den Chromatien sind zu erwähnen *Ps. Okenii* (= *Monas Okenii* Cohn, *Chromatium* Schröter) von kurz ovoider Gestalt, etwa 5 μ breit und 8—15 μ lang; *Ps. rosea* n. sp. länglich cylindrisch, 2 μ dick, 8 bis 12 μ lang. Die Zahl der Geißeln beträgt an dem einen Pol 1—3, der andere ist geißellos.

Spirillaceae
(Schraubenbacterien)

von

W. Migula.

Mit 10 Einzelbildern in 7 Figuren.

(Gedruckt im November 1895.)

Merkmale. Der Körper ist stets mehr oder weniger schraubenförmig gedreht, oft bilden die einzelnen Zellen nur Teile eines Schraubenumganges und sie erscheinen dann unter dem Mikroskop, namentlich an gefärbten Deckglaspräparaten, nur halbkreisförmig gebogen, eine Schraube erscheint wie eine Wellenlinie. Die Höhe der Schraubenumgänge im Verhältnis zum Durchmesser der Schraube ist sehr variabel. Manche Arten (*Spirillum serpens*) bilden sehr flache Schrauben, andere (*Spirochaeta plicatilis*) außerordentlich enge. Der Gattung *Spirosoma* fehlen die Bewegungsorgane gänzlich, *Micro-*

spira besitzt meist 1, selten 2—3 wellenförmig gebogene, polare Geißeln, *Spirillum* Büschel von 5—20 halbkreisförmig gebogenen, polaren Geißeln. — Während der Körper bei diesen 3 Gattungen starr ist, ist er bei *Spirochaeta* flexil und ein Teil der Bewegungen wird bei den Arten dieser Gattung durch schlangenartige Windungen des Körpers bedingt. Es scheint, dass ihr wie der Gattung *Beggiatoa* eine undulierende Membran als Bewegungsorgan zukommt, Geißeln wurden wenigstens bisher nicht bei ihr gefunden.

Vermehrung durch Teilung. Die Teilung der Zellen erfolgt in derselben Weise wie bei den *Bacteriaceae* nach voraufgegangener Längsstreckung. In älteren Culturen kommen häufig Involutionsformen vor, bei welchen eine regelmäßige schraubige Krümmung nicht mehr zu erkennen ist, sondern nur ganz unregelmäßige Biegungen. Diese Zellen haben zuweilen noch nicht das Teilungsvermögen verloren, sondern vermehren sich auf frischen Nährsubstraten unter Bildung normaler, schraubenförmig gewundener Zellen.

Bei einigen Arten ist die Bildung und Keimung von Endosporen sicher beobachtet, den weitaus meisten scheint sie jedoch zu fehlen.

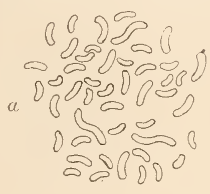
Einteilung der Familie.

A. Zellen starr, nicht schlangenartig biegsam.
  a. Zellen ohne Bewegungsorgane . . . . 1. **Spirosoma.**
  b. Zellen mit Bewegungsorganen (Geißeln).
    1. Zellen mit 1, sehr selten 2—3 polaren Geißeln . . . . 2. **Microspira.**
    2. Zellen mit polaren Geißelbüscheln . . . . 3. **Spirillum.**
B. Zellen flexil . . . . 4. **Spirochaeta.**

1. **Spirosoma** Migula. Zellen meist ziemlich weit schraubig gewunden, ohne Flexilität, starr, unbeweglich, einzeln frei oder zu mehreren oft in kleine Gallertfamilien vereinigt. Bewegungsorgane fehlen. Endosporenbildung bisher nicht beobachtet.

Etwa 5 noch unvollkommen bekannte Arten sind beschrieben; jedenfalls ist die Gattung aber artenreicher. Auch *Myconostoc gregarium* Cohn dürfte hierher zu rechnen sein.

S. linguale (Weibel) Migula (*Vibrio lingualis* Weibel) bildet kurze, den Choleraorganismen ähnliche, gekrümmte Stäbchen, die zuweilen zu einer kurzen Schraube zusammenhängen, aber stets bewegungslos sind. Auf künstlichen Nährböden wächst es in Form von schmutzig weißen, wenig charakteristischen Colonien, neigt aber außerordentlich zu Involutionsformen, so dass man selten normale Individuen findet. Wurde in den Organen einer mit Zungenbelag geimpften und verendeten Maus gefunden. — *S. nasale* (Weibel) Migula (= *Vibrio nasalis* Weibel) aus Nasenschleim und Mundhöhle isoliert, bildet plumpe, unbewegliche, krumme Stäbchen von 1,2 μ Dicke, zuweilen zu eng gewundenen Schrauben zusammenhängend.



2. **Microspira** Schröter (char. emend. Syn. *Halibacterium* B. Fischer ex p., *Photobacterium* Beyerinck ex p., *Vibrio* A. Fischer). Meist kleinere,

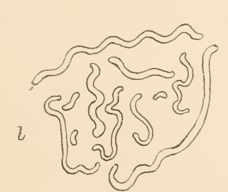


Fig. 33. *Microspira Comma* (R. Koch) Schröter, *a* gewöhnliche Form, *b* Spirochaete und Involutionsformen (1000/1). (Original.)



Fig. 34. Colonien auf Gelatineplattencultur von *Microspira Comma* (R. Koch) Schröter, *a* nach 18, *b* nach 24, *c* nach 30 Stunden (80/1). (Original.)

schwach gekrümmte, etwa den 3. Teil eines Schraubenumganges einnehmende Zellen, mitunter zu 2 aneinander hängend oder selbst *Spirochaeta*-artige Fäden mit zahlreichen

Schraubenumgängen, in denen aber stets durch entsprechende Reagentien (Jod) eine Gliederung in einzelne Zellen nachzuweisen ist. Jede Zelle trägt in der Regel eine polare, wellig gekrümmte Geißel (Fig. 36), ausnahmsweise kommen auch 2, selten sogar 3 Geißeln an einem Pol vor. Kurz vor der Zellteilung tragen beide Pole Geißeln. Endosporenbildung unbekannt.

Etwa 30 zum Teil gut bekannte Arten.

M. Comma (R. Koch) Schröter (der Cholerabacillus, Choleravibrio, Kommabacillus, Bacillus s. *Spirillum* s. *Vibrio Cholerae asiatiae* Koch aut.) ist der Erreger der asiatischen Cholera. Bis vor kurzer Zeit waren nur wenig ähnliche Organismen bekannt, von denen man diese gefürchtete Art verhältnismäßig leicht unterscheiden konnte. In den letzten 3 Jahren (1891—94) sind aber eine solche Zahl choleraähnlicher *Microspira*-Arten, namentlich aus Wasser, unterschieden worden, dass es gegenwärtig eine schwierige Aufgabe ist, sie mit Sicherheit zu erkennen, zumal sie selbst in den verschiedenen Epidemien und Fällen einer nicht unbedeutenden Variation fähig ist. Sie tritt in der Regel in Form leicht gekrümmter Stäbchen auf, die etwa 1 μ dick sind, aber sowohl hinsichtlich ihrer Dicke als auch Länge und Grad der Krümmung nach Nährboden und auch von Fall zu Fall innerhalb gewisser Grenzen variieren. Zuweilen, namentlich in älteren Culturen, wächst sie zu längeren Schraubenfäden heran. An einem, selten an beiden Polen stehen 1, zuweilen 2, selten 3 wellenförmig gekrümmte Geißeln. Einzelne Rassen neigen mehr zu 2 Geißeln, andere zu 1 an jedem Pol. Endosporenbildung ist bisher nicht beschrieben worden. Auf künstlichen Nährböden entwickelt sie sich sehr gut, schon bei Zimmertemperatur, noch besser und üppiger bei Blutwärme. Sie verflüssigt Gelatine mäßig schnell, langsamer als *M. Finkleri* Schröter und *M. tyrogena* (Deneke) Migula; an der Einstichstelle bildet sich infolge von Verdunstung der verflüssigten Gelatine eine mit Luft gefüllte Einsenkung. Die Colonien auf den Plattenculturen haben ein eigentümliches, höckeriges, glitzerndes Aussehen (bei 80facher Vergr.) und behalten

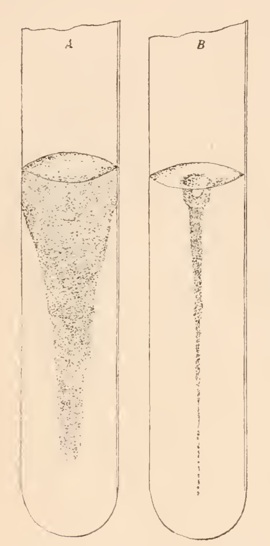


Fig. 35. *A* Stichcultur von *Microspira Finkleri* Schröter, *B* von *M. Comma*, 3 Tage alt, nat. Gr.



Fig. 36. *Microspira Finkleri* Schröter, Geißelpräparat (1000/1). (Original.)

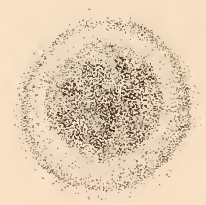


Fig. 37. Colonie von einer 2 Tage alten Plattencultur von *Microspira Finkleri* Schröter (40/1). (Original.)

dasselbe bis zur beginnenden Verflüssigung bei. Gelatine- oder besser Bouillonculturen, mit geringen Mengen reiner Schwefelsäure versetzt, färben sich nach wenigen Minuten rosenrot (Nitroso-Indolreaction). Für Tiere ist sie nur in sehr geringem Grade pathogen. Sie wächst sehr rasch und sammelt sich infolge ihres großen Sauerstoffbedürfnisses und ihrer großen Beweglichkeit an der Oberfläche von Flüssigkeiten an (Anreicherung), was zur Untersuchung von Substanzen, welche bei mikroskopischer Prüfung keine Kommaformen erkennen lassen, benutzt wird. — *M. Finkleri* Schröter (*Vibrio* Finkler et Prior, Vibrio der Cholera nostras) wurde früher für den Erreger der Cholera nostras gehalten, ist aber, soweit gegenwärtig bekannt, ein harmloser Bewohner des menschlichen Verdauungscanals. Wahrscheinlich ist er identisch mit dem in der Mundhöhle und im Zahnschleim häufigen *Spirillum Milleri*; in den Fäces ist sie selten. Sie gleicht der Cholera-*Microspira* vollkommen, ist

vielleicht im allgemeinen etwas dicker und plumper, doch sind die morphologischen Merkmale bei der in letzter Zeit beobachteten Variabilität der Cholerabacterien nicht scharf genug, um beide zu unterscheiden. Dagegen unterscheidet sie sich in Culturen sehr leicht; sie verflüssigt die Gelatine im Stich sackförmig schon nach 2 Tagen; auf Platten bildet sie niemals die charakteristischen, scharf umrandeten, glitzernden, höckerigen Colonien der *M. Comma*, sondern von Anfang an unscharf begrenzte, rasch verflüssigende, am Rande sich in der verflüssigten Gelatine verlierende Colonien. Auch die Nitroso-Indolreaction zeigt diese Art nicht. — Zwischen beiden Arten, aber der *M. Comma* näher, steht die *M. Metschnikoffii* (Gamaleia) Migula (*Vibrio Metschnikoff* Gamaleia). Sie zeigt die Indolreaction, aber schwächer als *M. Comma*, bildet auf der Platte Colonien, von denen ein Teil denjenigen der *M. Comma*, ein anderer Teil denjenigen der *M. Finkleri* gleicht. Im Stich verflüssigt sie die Gelatine rascher als die erstere, aber langsamer als die letztere Art. Von der *M. Comma* unterscheidet sie sich sehr wesentlich durch ihre große Virulenz gegenüber Tauben und durch ihr völlig verschiedenes Verhalten im Körper derselben, da sie sich im Blut derselben lebhaft entwickelt. — *M. berolinensis* (Neisser) Migula ist ebenfalls der *M. Comma* sehr ähnlich und giebt auch die Nitroso-Indolreaction, die Colonien auf Gelatine sind aber völlig verschieden; auf Plattenculturen feinkörnige, glattrandige Scheiben. Er wurde im Berliner Leitungswasser gefunden. — *M. danubica* (Heider) Migula (*Vibrio danubicus* Heider 1892) unterscheidet sich von *M. Comma* dadurch, dass er die Nitroso-Indolreaction nicht giebt. Er wurde im Wasser des Wiener Donaucanals gefunden. — Außer den hier erwähnten Arten wurden noch zahlreiche, der *M. Comma* ähnliche Mikrospiren in den letzten Jahren gefunden, die aber alle durch irgend eine Eigenschaft von der *M. Comma* zu unterscheiden sind. — *M. tyrogena* (Deneke) Migula (*Spirillum tyrogenum* Deneke, *Vibrio Deneke* aut.) wurde 1885 von Deneke in altem Käse aufgefunden. Sie ist schlanker, verflüssigt die Gelatine stärker als *M. Comma* und giebt die Nitroso-Indolreaction nicht.

3. **Spirillum** Ehrenb. (incl. *Ophidomonas* Ehrenb.) Schraubig gewundene Stäbchen von verschiedener Dicke, Länge und Höhe der Schraubenumgänge, oft nur Teile eines Umganges darstellend, oft längere Schrauben bildend. Endosporenbildung ist bei einigen Arten beobachtet. Die Zellen sind beweglich und besitzen an einem oder beiden Polen Büschel von Geißeln, die mehr halbkreisförmig gebogen, seltener wellig gekrümmt erscheinen. Die Zahl der Geißeln an einem Pol ist sehr verschieden und schwer zu bestimmen, da leicht mehrere Geißeln zusammenkleben und Stränge von verschiedener Dicke und unbestimmbarer Zahl von Geißeln entstehen.

Etwa 20 zum Teil gut bekannte Arten.

Sect. I. *Euspirillum* Migula. Zellinhalt farblos. — *S. Undula* Ehrenb. bildet 8—16 μ lange Zellen von 1,2—1,5 μ Dicke von $^1/_2$ bis 6 Umgängen von 5 μ Höhe, Endosporenbildung wurde beobachtet, jedoch ist die Keimung der Sporen bisher nicht genau bekannt. An einem, meist jedoch an beiden Polen stehen Büschel von 3—9 schwach gebogenen Geißeln. In faulenden Flüssigkeiten, namentlich in faulendem Fischwasser, faulenden Algen etc. häufig. — *S. volutans* Ehrenb. bildet sehr große, 30—50 μ lange und 2—2,5 μ dicke Schrauben von 3—5 Umgängen von 10—15 μ Höhe. Es ist eine der größten Bacterienarten. Die Enden sind leicht verschmälert und tragen an den Polen Büschel von kräftigen, langen Geißeln. Der Inhalt besitzt dunkle Körnchen, die aus Schwefel bestehen. Meist bewegen sich die Individuen rasch vorwärts, um nach einem Moment der Ruhe sich zurückzuschrauben, oft ruhen sie lange Zeit hindurch vollständig. Endosporen sind nicht bekannt. — *S. rubrum* v. Esmarch wurde bisher nur einmal beobachtet und teilt mit *S. concentricum* die Eigenschaft, auf den üblichen Nährböden zu wachsen. Das Aussehen ist sehr verschieden, weil die Zahl der Schraubenumgänge außerordentlich variabel ist von $^1/_2$—15 Umgängen. Dieselben sind ziemlich flach bei längeren Schrauben, höher und breiter bei kurzen. Die Zellen besitzen eine durchschnittliche Dicke von 1,4 μ. An den Polen stehen die Geißeln ziemlich zahlreich in Büscheln, halbkreis- oder S-förmig gebogen. In Gelatine-Stichculturen wächst es, soweit der Sauerstoff zutritt, weiß, im Stichcanal mit prachtvoll dunkel weinroter Farbe. — *S. concentricum* Kitasato unterscheidet sich von den meisten Spirillen durch das Wachstum auf Gelatine und Agar, wo es feste, aber dünne, weiße Auflagerungen bildet. Es tritt in Culturen in Form von kurzen Schrauben mit zugespitzten Enden und nur 2—3 Windungen auf. Die Zellen sind etwa 1,2 μ dick oder etwas dünner, und besitzen an einem oder beiden Polen Büschel von sehr zahlreichen, meist S-förmig gekrümmten Geißeln. — *S. tenue* Ehrenb. ist dem *S. Undula* ähnlich, aber kleiner und schlanker. Länge der Schrauben 4—15 μ mit

1—5 Windungen von 2—3 μ Höhe und Breite. Zellen nur 0,8 μ dick. An einem, meist an beiden Polen Geißelbüschel von schwach gebogenen, leicht zu Strängen verklebenden Geißeln. Nicht selten in Sumpfwasser oder verschiedenen faulenden Flüssigkeiten. Endosporenbildung unbekannt. — *S. serpens* (Müller) Winter bildet 10—30 μ lange, 1 μ dicke Schrauben von 3—4 sehr flachen, scheinbar wellenförmigen Windungen. Polare Geißelbüschel mit flach gebogenen, feinen Geißeln. Endosporenbildung unbekannt. In Sumpfwasser und faulenden Flüssigkeiten.

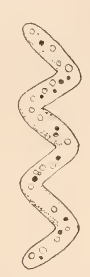


Fig. 38. *Spirillum sanguineum* (Ehrenb.) Cohn, ungefärbt (1000/1). (Original.)



Fig. 39. *Spirillum tenue* Ehrenb., Deckglaspräparat, gefärbt (1000/1). (Original.)

Sect. II. *Thiospirillum* Winogradsky. Zellinhalt rötlich. — *S. rufum* Perty bildet meist lebhaft bewegliche, 8—16 μ lange Schrauben mit 1—4 Windungen von ca. 5 μ Höhe. Dicke der Zellen 1—1,2 μ. Endosporenbildung nicht beobachtet. An einem oder beiden Polen stehen die Geißeln in Büscheln von 6—18 zusammen und sind im Gegensatz zu denen der meisten anderen Spirillen wellig gebogen. Bildet blutrote Wolken oder Schleimüberzüge zwischen Algen. — *S. sanguineum* (Ehrenb.) Cohn gehört ebenfalls zu den größten Arten der Bacterien. Schrauben, ähnlich denen von *S. volutans*, 10—30 μ lang und bis 3 μ dick. Die Schraubenumgänge sind 9—12 μ hoch und etwa 6—10 μ breit. Die Farbe ist schwach rosa; im Zellinhalt finden sich Schwefelkörnchen. Eine seltene, bisher nur an wenig Standorten beobachtete Art. — *S. jenense* (Ehrenb.) Winter (= *Ophidomonas jenensis* Ehrenb.) ist eine der größten Arten, an welcher Ehrenberg bereits 1838 die Geißeln entdeckte. Es besitzt eine schmutzig grünrote oder braungrüne Farbe, Schwefelkörnchen im Zellinhalt und an den Polen, Büschel von 3—9 sehr langen und kräftigen, oft mit einander verklebenden Geißeln. Die flachen Schrauben werden bis 40 μ lang und $3^1/_2$ μ dick. Es ist eine verhältnismäßig seltene Art.



Fig. 40. *A Spirochaeta plicatilis* Ehrenb. — *B S. Obermeieri* Cohn, Deckglaspräparat, nach Behandlung mit Essigsäure gefärbt (1000/1). (Original.)

4. **Spirochaeta** Ehrenb. Lange, aus einer Zelle bestehende Schraubenfäden bildend, mit meist ziemlich engen Schraubenwindungen, die im Tode sich häufig verflachen. Der Körper ist flexil und vermag schlangenartige Windungen auszuführen. Neben dieser Art der Bewegung kommt den Arten dieser Gattung noch eine Drehung um die eigene Längsachse zu. Besondere Bewegungsorgane sind bisher nicht beobachtet. Endosporenbildung scheint zu fehlen. Die Arten dieser Gattung stehen den blaugrünen Spirulinen nahe, unterscheiden sich aber von ihnen, abgesehen von ihrer Farblosigkeit, dadurch, dass die ganze Schraube aus einer Zelle besteht.

5 Arten. — *S. plicatilis* Ehrenb. (Fig. 40 *A*) ist eine in Sumpfwässern, namentlich sobald Algen darin faulen, nicht seltene Form, aber selten in größerer Anzahl anzutreffen. Vielleicht ist es eine Sammelspecies, doch lassen sich, da ihre

Cultur bisher nicht geglückt ist, nicht hinreichende Unterscheidungsmerkmale feststellen. Sie bildet sehr zierliche, dünne, lange Schrauben mit in der Regel sehr engen Windungen. Die Länge der Schraube kann bis 225 μ, die Dicke der Zelle nur etwa 0,5 μ betragen. Zuweilen erscheinen die Schrauben vollständig regelmäßig, gerade in lebhafter Vor- und Rückwärtsbewegung, meist aber winden sie sich schlangenartig hin und her, selten sind sie längere Zeit völlig unbeweglich. — *S. Obermeieri* Cohn, von Obermeier 1873 entdeckt, von Cohn zuerst 1875 genauer beschrieben, ist der Erreger des Rückfalltyphus und kommt im Blut der Recurrenskranken ziemlich reichlich, aber nur im Fieberanfall vor, um nach dem Anfall spurlos daraus zu verschwinden. Sie ist der *S. plicatilis* sehr ähnlich, aber ihre Schraubenwindungen sind in der Regel etwas flacher, in Blutpräparaten, welche am Deckgläschen eingetrocknet und gefärbt sind, sogar oft ganz flach und unregelmäßig. Sie ist außerhalb des menschlichen Körpers noch nicht gefunden worden und die Krankheit selbst ist außer auf den Menschen nur noch durch Verimpfung spirochaetenhaltigen Blutes auf Affen übertragbar. — *S. anserina* Sakharoff ist morphologisch von der *S. Obermeieri* nicht zu unterscheiden, ist aber, soweit bekannt, für Menschen nicht pathogen, sondern für Geflügel, namentlich für Gänse, unter denen sie in Transkaukasien sehr bösartige, fast stets mit dem Tode der erkrankten Tiere endende Epidemien hervorruft. Die Züchtung auf künstlichen Nährböden blieb bisher erfolglos, dagegen gelang die Übertragung der Krankheit auf gesunde Gänse durch Verimpfung spirochaetenhaltigen Blutes. — *S. dentium* Cohn kommt im Zahnschleim sehr häufig vor und ist der *S. Obermeieri* sehr ähnlich, aber dicker, und zeigt meist nicht so regelmäßige Windungen wie die *S. plicatilis*. Sie ist wie alle anderen Arten dieser Gattung noch nicht gezüchtet.

Chlamydobacteriaceae

von

W. Migula.

Mit 27 Einzelbildern in 5 Figuren.

(Gedruckt im November 1895.)

Merkmale. Fadenbildende, von einer mehr oder weniger deutlich sichtbaren Scheide umgebene Bacterien. Jeder Faden steckt in einer besonderen Scheide. Einzelne Zellen stäbchenförmig, sich nur in einer zur Längsachse des Fadens senkrechten Richtung teilend; bei *Phragmidiothrix* und *Crenothrix* findet jedoch bei der Conidienbildung auch Teilung nach 3 Richtungen des Raumes statt. Fortpflanzung durch Conidien, die bei *Cladothrix* schwärmen, bei *Thiothrix* sich langsam kriechend auf einem Substrat fortbewegen, bei *Crenothrix* und *Phragmidiothrix* unbeweglich sind.

Einteilung der Familie.

A. Zellinhalt ohne Schwefelkörnchen.
  a. Zellfäden unverzweigt.
    I. Zellteilung stets nur nach einer Richtung des Raumes . . . . 1. Streptothrix.
    II. Zellteilung vor der Conidienbildung nach 3 Richtungen des Raumes.
      1. Zellen von sehr zarter, kaum sichtbarer Scheide umhüllt (marin) 2. Phragmidiothrix.
      2. Scheide deutlich erkennbar (im Süßwasser) . . . . 3. Crenothrix.
  b. Zellfäden verzweigt . . . . 4. Cladothrix.
B. Zellinhalt mit Schwefelkörnchen . . . . 5. Thiothrix.

1. **Streptothrix** Cohn (char. emend.). Unverzweigte, unbewegliche, von einer bald sehr zarten, bald ziemlich kräftigen Scheide umschlossene Fäden, welche teils festsitzen, teils als weiße Schleimflöckchen umherschwimmen oder auch einzeln zwischen Fadenalgen oder Fadenbacterien vegetieren. In den dünneren Formen ist die Septierung und die Scheide erst nach Behandlung mit Reagentien zu erkennen. Der Inhalt des Fadens zerfällt schließlich durch Teilung nach 1 Richtung in eine Anzahl rundliche oder ovoide

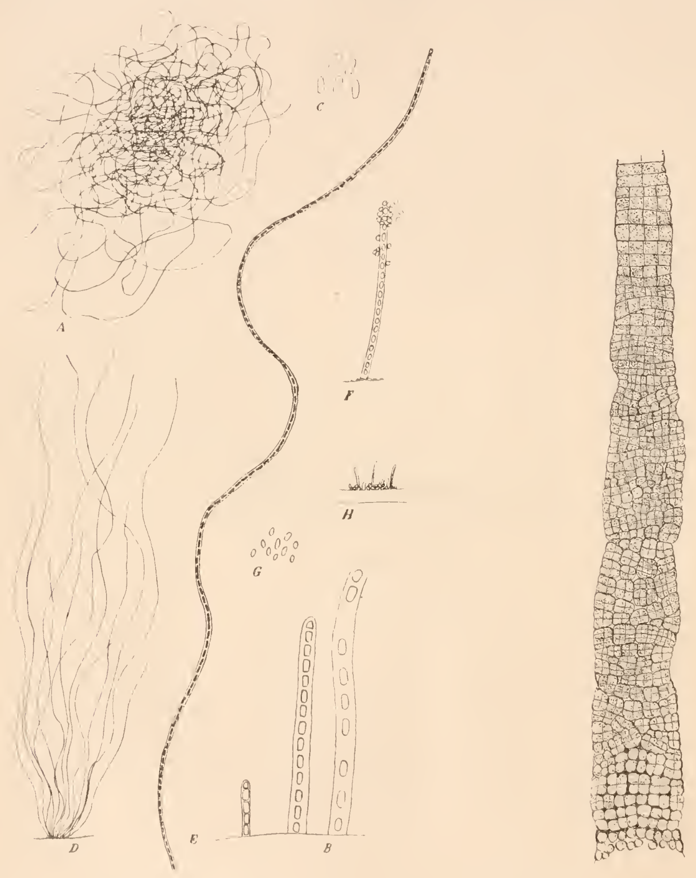


Fig. 41. *A Streptothrix hyalina* Migula, Flöckchen (200/1). — *B*, *C Str. epiphytica* Migula. *B* festsitzende Fäden; *C* ellipsoide Conidien (1000/1). — *D*—*H Str. fluitans* Migula. *D* flutendes Räschen (200/1); *E* Faden nach Jodbehandlung; *F* Conidienbildender Faden; *G* Conidien im Begriff zu keimen; *H* Colonien junger Fäden (1000/1). (Original.)

Fig. 42. Faden von *Phragmidiothrix multiseptata* Engl. (1000/1).

Conidien, welche aus der Scheide gestoßen werden und sich teils an der Scheidenöffnung in kleinen Häufchen ansammeln, teils vom Wasser fortgeführt werden und sich irgend wo an einem Substrat festsetzen. Eigenbewegung kommt diesen Conidien nicht zu.



Fig. 43. *Crenothrix polyspora* Cohn, *a* festsitzendes Räschen von Crenothrixfäden. An einem Teil der Fäden sind festgeklebte Conidien zu neuen Räschen ausgekeimt, *b* Faden mit Bildung von größeren (Makro-) Conidien, *c* Faden mit den gewöhnlichsten kleinen (Mikro-) Conidien, *d* dünner Faden mit nur einer Reihe Mikroconidien, *e* junger, in lebhaftem Wachstum begriffener Faden, *f* Fadenstück mit festgeklebten Conidien, *g* dieselben ausgekeimt, *h* verschiedene Stadien einer keimenden Conidie (*a* 80/1, *b*—*h* 1000/1). (Original.)

Nachdem sie sich festgesetzt haben, keimen sie zu neuen Fäden aus; an der Basis der Fäden ist eine deutliche Schleimschicht bemerkbar.

Wahrscheinlich ist die Gattung ziemlich artenreich. Zu den häufigsten gehören: *Str. hyalina* Migula, äußerst feine, kaum 0,6 μ breite Fäden bildend, welche, meist zu kleinen watteartigen Räschen verfilzt, zwischen anderen Fadenbacterien vorkommen (Fig. 41 *A*). Eine Scheide ist auch nach Einwirkung von Jod nicht mit Sicherheit zu erkennen. — *Str. epiphytica* Migula bildet kurze farblose, auf Algen etc. festsitzende, von sehr dicker gallertartiger Scheide umgebene Zellreihen (Fig. 41 *B, C*). — *Str. fluitans* Migula farblose, an vom Wasser bespülten Holzteilen, Schilfstengeln etc. festsitzende, bis 1 cm lange, sehr dünne Fäden mit sehr zarter Scheide, aus denen die fast kugeligen Gonidien hervorquellen und meist am Faden selbst wieder festkleben und keimen (Fig. 41 *D—M*).

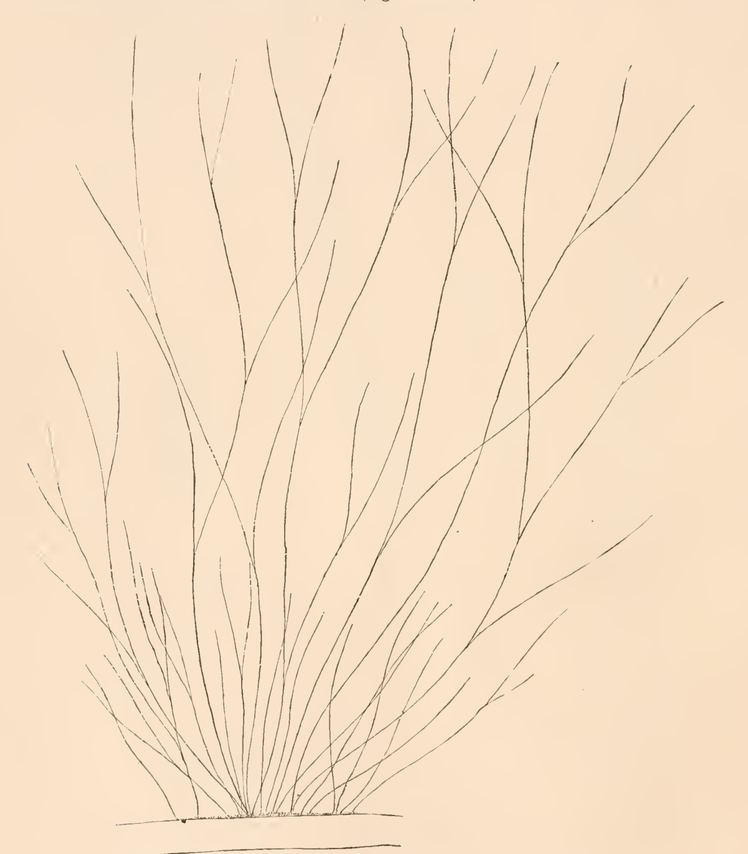


Fig. 44. *Cladothrix dichotoma* Cohn, festsitzendes Räschen (80/1). (Original.)

2. **Phragmidiothrix** Engler. Fadenbacterium mit sehr zarter, eng anliegender, nur an alten Fäden sichtbarer Scheide, bis 100 μ lange und 3—12 μ breite Fäden bildend. Die Fäden bestehen anfangs aus flachen Scheibenzellen, welche sich jedoch später

nach 3 Richtungen des Raumes teilen und so *Sarcina*-artige Packete bilden. Die einzelnen Zellen runden sich ab und werden aus der wie es scheint gleichzeitig zerfließenden Scheide frei.

Die Gattung ist wahrscheinlich mit *Crenothrix* zu vereinigen, wie dies schon Hansgirg (Bot. Zeitung, 1891) gethan hat; so lange aber nicht erwiesen ist, dass die



Fig. 45. *a—f Cladothrix dichotoma* Cohn, *a* junger Faden aus Sumpfwasser, *b* Teil eines Fadens nach Jodbehandlung, Scheide und Zellteilung deutlich erkennen lassend, *c* Teil eines älteren Fadens, Scheide aufgequollen, mit zurückgebliebenen Zellen (Dauerzellen?), *d* Schwärmzellen mit Geißeln (Löffler'sche Färbung), *e* aus Agarcultur, Fuchsinfärbung, *f* aus 4 Wochen alter Agarcultur, in Stäbchen zerfallen; *g—i Cl.* (*Actinomyces*) *bovis* (Harz) Migula, *g* Druse aus einer Kiefergeschwulst des Rindes, *h* Faden aus einer jungen, *i* aus einer älteren Agarcultur, in Stäbchen zerfallen (*a—d*, *f*, *g*, *i* 1000/1, *e*, *h* 500/1). (Original.)

von Engler einmal beobachteten seitlichen Ausstrahlungen keine Verzweigungen, sondern Epiphyten sind, ist sie als Gattung beizubehalten.

1 marine Art, *Ph. multiseptata* Engler, an den Borsten und Beinen von Gammarus locusta festsitzend. Im toten Grund der Kieler Bucht.

3. **Crenothrix** Cohn. Fadenbacterie von hoher Entwickelungsstufe, festsitzend, an der Basis dünner als an der Spitze, mit dicker Scheide. Zellen cylindrisch, nach der Spitze zu flacher werdend und entweder ohne vorhergehende auf einander senkrechte Teilungen aus der Scheide tretend oder noch in der geschlossenen Scheide durch wiederholte Teilungen nach 3 Richtungen des Raumes in Gonidien zerfallend. Aus den Zellen sowohl als aus den Gonidien gehen neue Fäden hervor, beide können aber noch weiter in kleinere kugelige Zellen zerfallen. Die Pfl. ist in allen Entwickelungszuständen unbeweglich.

1 Art. *Cr. polyspora* Cohn (= *Leptothrix Kühniana* Rabenh.?) in Brunnen und Wasserleitungen, oft schwere Wassercalamitäten bedingend (Fig. 43).

4. **Cladothrix** Cohn. Fäden mit sehr zarten Scheiden, in der Jugend festgewachsen, Räschen bildend, unbeweglich. Zellen cylindrisch, durch intercalares Wachstum die Scheide durchbrechend und hierdurch anscheinend dichotome Verzweigungen bildend. Vermehrung durch schwärmende Gonidien, welche etwas unterhalb des einen Poles Geißelbüschel tragen. Vielleicht sind die in älteren Scheiden zuweilen zurückbleibenden stärker lichtbrechenden Zellen als eine Art Dauerzellen anzusprechen.

Etwa 20, z. T. noch sehr wenig bekannte Arten. Auch der bisher als Gattung betrachtete *Actinomyces* ist generisch nicht zu trennen. — *Cl. dichotoma* Cohn, verbreitet in Sumpf- u. Schmutzwässern. — *Cl. natans* (Kütz) Migula (= *Sphaerotilus natans* Kütz.) bildet schleimige Flocken, namentlich in Fabrikabwässern. Bei dieser Art sind gewöhnlich zahlreiche parallel laufende Fäden von einer schleimigen Hülle umgeben. — *Cl. bovis* (Harz) Migula (= *Actinomyces bovis* Harz) bildet im Tier- und Menschenkörper Geschwülste, in denen sich Drusen mit eigenartig kolbig verdickten Zellen dieses Organismus finden. Auf künstlichen Nährböden wächst er in ganz denselben Formen wie *Cl. dichotoma.* — *Cl. Försteri* (Cohn) Schröter wurde in Thränencanälen des menschlichen Auges gefunden.

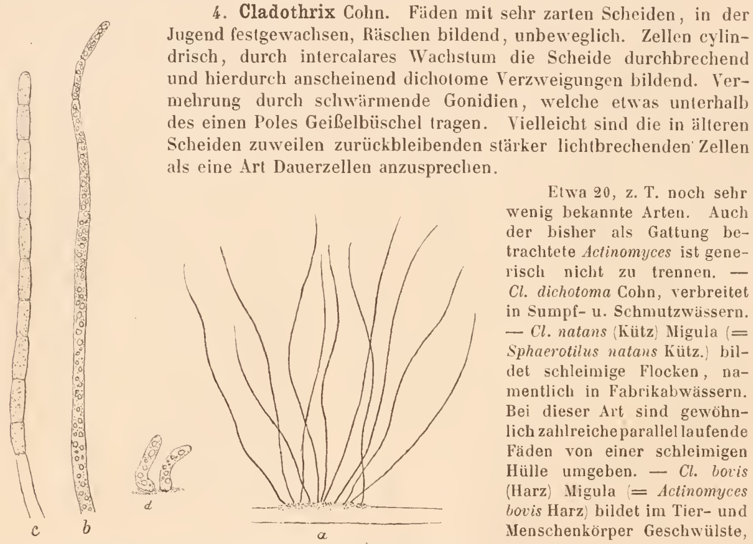


Fig. 46. *Thiothrix nivea* Winogr., *a* festsitzendes Räschen (80/1), *b* Faden (1000/1), *c* losgerissener, absterbender Faden nach Behandlung mit Schwefelkohlenstoff, Gliederung und Scheide sichtbar (1000/1), *d* auskeimende Conidien (1000/1).

5. **Thiothrix** Winogradsky. Fäden festsitzend, ungleichmäßig dick, von einer zarten, schwer erkennbaren Scheide eingeschlossen, unbeweglich, mit Schwefelkörnchen im Zellinhalt. Die Fäden bilden an ihrem Ende Stäbchengonidien, welche einer langsamen (kriechenden) Eigenbewegung fähig sind. Dieselben setzen sich mit dem einen Ende an irgend einem Substrat fest, sondern an der Basis ein Schleimpolster ab, biegen sich gewöhnlich in ihrer Mitte beinahe rechtwinkelig um und wachsen zu neuen Fäden aus.

3 Arten von Winogradsky beschrieben. Die häufigste ist *Thiothrix nivea* Winogradsky in Schwefelquellen und Sümpfen.

Beggiatoaceae

von

W. Migula.

Mit 2 Einzelbildern in 1 Figur.

(Gedruckt im November 1895.)

Merkmale. Fadenbacterien. Fäden ohne Scheide, durch undulierende Membran wie *Oscillaria* beweglich. Zellinhalt mit Schwefelkörnchen. Bildung von Conidien nicht sicher beobachtet.

Beggiatoa Trevisan. Fäden scheinbar ungegliedert, erst nach Jodbehandlung tritt Gliederung hervor. Farblos oder schwach rosa gefärbt.

Nach Zopf ist eine rosa gefärbte Art, *B. roseopersicina* Zopf, sehr polymorph, doch ist es noch fraglich, ob sie als einheitlicher Organismus aufzufassen ist oder, wie Winogradsky meint, eine große Anzahl verschiedenen Gattungen angehöriger Organismen umfasst.

Die *B.* schließen sich auch hinsichtlich ihres inneren Baues (Vorhandensein eines Centralkörpers) so eng an die Gattung *Oscillaria* an, dass sie kaum generisch zu trennen sind.

Etwa 10 Arten. — *B. alba* (Vaucher) Trev. Fäden 3—4 μ dick. Verbreitet in Schwefelthermen und verunreinigtem Wasser. — *B. arachnoidea* Agardh. Faden bis 7 μ dick. In Sumpfwasser, auch im Meere. — *B. roseo-persicina* Zopf, pfirsichblütrot, sehr vielgestaltig, wenn die vielen Formen nicht besondere Arten und Genera repräsentieren, was nach Winogradsky's Untersuchungen wahrscheinlich ist. — *B. mirabilis* Cohn hat bis zu 16 μ dicke Fäden und wurde in einem Aquarium mit Meerwasser, seither wiederholt im Meer beobachtet.

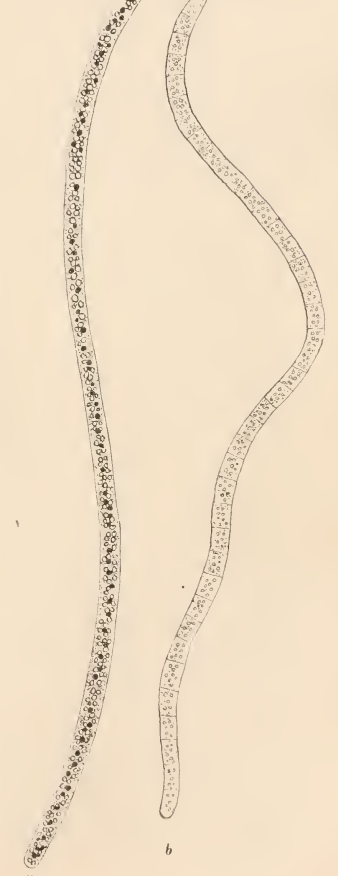


Fig. 47. *Beggiatoa alba* (Vauch.) Trev., *a* lebender Faden mit Schwefelkörnchen, *b* Faden nach Behandlung mit Schwefelkohlenstoff (1000/1).

Specialregister für die Schizomyzeten.

Wegen der großen Wichtigkeit dieser Gruppe und bei der verwickelten Synonymie der Schizomyceten hält es die Redaction für notwendig, schon jetzt ein Specialregister sämtlicher in dieser Bearbeitung enthaltenen Namen an dieselbe anzuschließen.
Die Figurennummern sind in Cursivschrift gedruckt.

Schizophyceae

(Myxophyceae Stizenberger; Phycochromophyceae Rabenhorst; Cyanophyceae Sachs.)

von

O. Kirchner.

Mit 6 Einzelbildern in 1 Figur.

Gedruckt im Juni 1898.

Wichtigste Litteratur. F. T. Kützing, Tabulae Phycologicae. Bd. I u. II. (1845—1852); Species Algarum (1849). — C. Nägeli, Gattungen einzelliger Algen (1849). — A. De Bary, Beitrag zur Kenntnis der Nostocaceen (Flora 1863). — L. Rabenhorst, Flora Europaea Algarum. Sect. II. (1865). — F. Cohn, Beiträge zur Physiologie der Phycochromaceen und Florideen (Archiv f. mikr. Anat. Bd. III. 1867). — G. Thuret, Observ. sur la reproduction de quelques Nostochinées (Mém. de la soc. imp. des sc. nat. de Cherbourg. Vol. V); Note sur le mode de reproduction du Nostoc verrucosum (Ann. des sc. nat. sér. 3. tome II.); Essai de classification des Nostochinées (Ann. des sc. nat. sér. 6. tome I). — E. Bornet et G. Thuret, Notes algologiques (1876—1880); Études phycologiques (1878). — O. Kirchner, Kryptogamen-Flora von Schlesien. 2. Bd. 1. Hälfte. Algen. (1878); Die mikroskopische Pflanzenwelt des Süßwassers. 2. Aufl. (1891). — A. Borzì, Note alla morfologia e biologia delle Alghe Ficocromacee (Nuovo Giorn. Bot. Ital. 1878—1882). — W. Zopf, Morphologie der Spaltpflanzen (1882). — E. Bornet et Ch. Flahault, Revision des Nostocacées hétérocystées. (Ann. des sc. nat. sér. 7. tomes III—VII. 1886—1888). — A. Hansgirg, Synopsis generum subgenerumque Myxophycearum (Cyanophycearum) hucusque cognitorum (Notarisia III. 1888); Prodromus der Algenflora von Böhmen. 2. Teil (1893). — M. Gomont, Monographie des Oscillariées (1893). — G. Hieronymus, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen (Cohn, Beitr. z. Biol. d. Pfl. Bd. 5. 1892. S. 461—495). — A. Fischer, Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien (1897); in beiden letzteren auch die frühere Litteratur über diesen Gegenstand. — R. Kolkwitz, Über die Krümmungen bei den Oscillariaceen (Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 14. 1896. S. 422); Über die Krümmungen u. den Membranbau bei einigen Spaltalgen (das. Bd. 15. 1897. S. 460). — C. Correns, Über die Membran u. die Bewegung der Oscillarien (das. Bd. 15. 1897. S. 139).

Merkmale. Ein- oder mehrzellige Spaltpflanzen mit Zellen, in deren Inhalt sich blaue, blaugrüne, olivengrüne, bräunliche, gelbliche oder rötliche, doch nie pfirsichblütrote oder rein chlorophyllgrüne Farbstoffe finden, und die sich nur durch Zellteilung vermehren; geschlechtliche Fortpflanzung und Schwärmzellen-Bildung fehlen; Dauerzellen und Conidien sind oft beobachtet.

Vegetationsorgane. Die Zellen der *Sch.* leben entweder isoliert für sich, indem nach der Zellteilung die Tochterzellen sich von einander trennen; oder sie sind durch Gallerte oder Schleim, die von ihnen selbst ausgeschieden werden, zu formlosen oder charakteristisch geformten Familien miteinander vereinigt; oder endlich sie bleiben nach der Zellteilung mit einander verwachsen und bilden dann einfache oder verzweigte Fäden. In den beiden ersteren Fällen sind die vegetativen Zellen immer, im letzten Falle häufig unter einander ganz gleich gebaut, die fädigen *Sch.* gehen an ihrem oberen Ende bisweilen in Haare aus, deren Zellen, sonst den übrigen vegetativen ähnlich, allmählich immer länger, dünner und an Inhalt und Farbstoff ärmer werden. Mit der Basis aufgewachsene Arten bilden am Grunde ihrer Basalzelle bisweilen einen kleinen, gallertigen

Fuß aus. Häufig findet sich bei den fadenförmigen *Sch.* die Ausbildung einer Scheide, welche den Faden vollständig oder mit Ausnahme seiner jüngsten Enden überzieht und einschließt. Die Scheide wird durch eine Ausscheidung der Fadenzellen gebildet, sie kann verschiedene Dicke, Färbung und Consistenz haben und besteht aus einem der Cellulose nahe stehenden Stoff; in manchen Fällen lösen sich die Scheiden in Schleim oder in eine verquellende Gallerte auf.

Die Verzweigung, welche bei zahlreichen *Sch.* auftritt, ist entweder »echt« oder »unecht«. Letztere kommt nur an bescheideten Fäden, und zwar dadurch zu Stande, dass ein Fadenstück, welches an seinen beiden Enden im Inneren der Scheide festgelegt ist, unter fortgesetzten Zellteilungen in der Längsrichtung zu wachsen fortfährt, um endlich unter Krümmungen die Scheide seitlich zu durchbrechen, aus ihr hervorzuwachsen und sich dann selbst wieder mit einer Scheide zu umgeben. (Vgl. Fig. 57 *A*, *B*, *D*, Fig. 59 *D*, Fig. 60 *C*, *E*, *H*.) Echte Verzweigungen entstehen dadurch, dass in vegetativen Zellen zu den Querwänden senkrechte Scheidewände bei der Teilung gebildet werden und die eine der beiden neben einander liegenden Tochterzellen, indem sie sich parallel zu der zuerst aufgetretenen Scheidewand weiter teilt, zur Scheitelzelle eines Seitenzweiges wird. (Vgl. Fig. 58 *A*, *F*—*H*).

Der Bau der vegetativen Zellen ist in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, welche insbesondere die Fragen nach dem Vorhandensein von Zellkernen und Chromatophoren zu lösen suchten. Die Zellmembran ist farblos oder gefärbt und zeigt eine große Neigung zur Bildung von Gallerte oder Schleim, welche als strukturlose oder geschichtete Massen oder in Form von Scheiden abgesondert werden. Hinsichtlich des Zellinhaltes haben die neuesten Forschungen ergeben, dass derselbe sich nach Bau und Struktur von demjenigen anderer Pflanzen- und namentlich Algen-Zellen nicht wesentlich und grundsätzlich unterscheidet. Was die Chromatophoren betrifft, so wurde durch A. Fischer festgestellt, dass die durch Phykochrom gefärbte »Rindenschicht«, welche sich im Zellinhalte als äußere Partie von einer inneren ungefärbten abhebt, als das Chromatophor der Zelle aufzufassen ist. In ungefähr cylindrischen Zellen (*Oscillatoria*, *Lyngbya*) hat dasselbe die Gestalt eines an den Querwänden offenen Hohlcylinders, oder es greift (*Tolypothrix*) an den Querrändern über und wird dadurch tonnenförmig; kugelige Zellen enthalten ein hohlkugeliges Chromatophor. Hinsichtlich der feineren Struktur des Chromatophors hatte G. Hieronymus schon früher gezeigt, dass dasselbe sich aus Fibrillen zusammensetzt, die ihrerseits wieder aus einfachen Reihen sehr kleiner, gefärbter, kugeliger Gebilde (Grana) bestehen. Das Phykochrom, der für die *Sch.* charakteristische Farbstoff, von welchem die Chromatophoren durchtränkt sind, zeigt meistens eine blaugrüne, seltener eine blaue, olivengrüne, violette, rosenrote, gelbliche oder bräunliche Färbung und besteht aus einer Mischung von Chlorophyll und Phykocyan. Während ersteres im Wasser unlöslich ist, löst sich das Phykocyan abgestorbener Zellen im Wasser und stellt dann eine blaue, rot fluorescierende Lösung dar, kommt aber auch in einer violetten und in einer orangefarbigen (Phykoxanthin genannten) Modification vor. Bei Hinzufügen von schwefelsaurem Ammoniak zu einer Phykocyanlösung fallen dunkelblaue Krystalle aus, welche entweder das reine Phykocyan oder eine Verbindung desselben mit einem Eiweißstoff darstellen. — Die Anwesenheit von Zellkernen in den Zellen der *Sch.* ist bis in die jüngste Zeit bezweifelt worden; für die Annahme, dass der innere, vom Chromatophor umschlossene ungefärbte Raum (»Centralkörper«) als Äquivalent eines Zellkernes anzusehen sei, fehlen zufolge den Untersuchungen von A. Fischer alle Anhaltspunkte: dies ist vielmehr nichts anderes, als der innere Teil des Protoplasten, der mit Assimilationsprodukten und Reservestoffen beladen ist. Nachdem aber schon früher von verschiedenen Beobachtern für einzelne Fälle die Existenz von echten Zellkernen behauptet worden war, scheint es R. Hegler — nach vorläufiger Mitteilung — gelungen zu sein, solche durch neue Präparationsmethoden als allgemein verbreitet nachzuweisen und auch ihre karyokinetischen Zustände zu beobachten. — Das Chromatophor dürfte an seiner Außenfläche noch von einer dünnen Plasmaschicht umschlossen sein, obgleich diese nicht direkt sichtbar ist; in ihm finden sich meistens keine

geformten Einlagerungen, in dem von ihm umschlossenen Plasmakörper dagegen, sowie in den schmalen Zonen von farblosem Plasma an den Querwänden lagern sich in sehr wechselnder Menge Körnchen von verschiedener chemischer Beschaffenheit ab, unter denen bisher Fette und Gerbstoffe nachgewiesen wurden, und die jedenfalls als durch die Assimilation entstandene Reservestoffe anzusehen sind. — In den Zellen der Wasserblüten bildenden *Sch.* finden sich Hohlräume, welche von einem Gas ausgefüllt sind (Gasvakuolen); sie haben unter dem Mikroskope das Aussehen rötlicher Körnchen, verschwinden bei erhöhtem Luftdruck und bedingen das Schwebevermögen jener Algen.

In den Familien der *Nostocaceae*, *Scytonemataceae*, *Stigonemataceae* und *Rivulariaceae* treten zwischen den vegetativen Zellen der Fäden sog. Grenzzellen (Heterocysten) auf; sie führen einen spärlichen, wasserhellen Inhalt, haben eine verdickte, lebhaft gelb oder grünlich gefärbte Membran mit einer nach innen vorspringenden, warzenartigen Verdickung an derjenigen Querwand, mit welcher sie an eine vegetative Zelle angrenzen, und sind oft von vergrößerter Gestalt. (Vgl. Fig. 55 *A*, *F*, *I*, Fig. 56 *F*, *H*. Fig. 57 *D*—*F*, Fig. 58 *A*, Fig. 59 *C*, *D*.).

Sehr eigentümlich, vielfach studiert, aber in ihren Ursachen noch nicht genügend erkannt ist die Bewegung, welche die Fäden der meisten *Oscillatoriaceae* zu zeigen pflegen. Diese Fäden, welche außerordentlich biegsam und elastisch sind, kriechen in der Richtung ihrer Längsachse unter Drehung um dieselbe, und indem sie mit ihrem vorderen Ende wegen einer dort befindlichen, oft geringen, aber unveränderlichen Krümmung des Fadens eine Spirale beschreiben; sie zeigen diese Bewegung nur, wenn sie, mindestens eine Strecke weit, einem festen Körper ankleben, und hierzu sind sie durch Ausscheidung einer (oft nicht ohne weiteres sichtbaren) weichen farblosen Gallertscheide befähigt. Haftet letztere irgendwie fest genug, so kann der Faden vorwärts kriechen, indem er die Scheide zurückzustoßen sucht. Welche Kraft jedoch den Faden in seiner Scheide bewegt, darüber fehlt es trotz mancher aufgestellten Hypothesen noch an einer genügenden Erklärung. Die Vorwärtsbewegung beträgt (nach Mitteilung von Kolkwitz) bei *Oscillatoria subsalsa* 40 μ in 10 Sekunden, bei *Arthrospira Jenneri* im Maximum 24 μ in 10 Sekunden.

Vermehrung und Entwickelungsgeschichte. Die Vermehrung geschieht bei den *Sch.* nur auf vegetativem Wege vermittelst der Zellteilung. Bei den niedersten Gattungen der Klasse weichen die durch Teilung entstandenen Tochterzellen völlig auseinander oder werden durch ausgeschiedene Gallerte zu Familien von verschiedener Gestalt und Größe zusammengehalten, aus denen sich zum Zwecke der Vermehrung einzelne Zellen oder Zellcomplexe loslösen können. Bei den *Chamaesiphonaceae* und bisweilen auch in anderen Familien bilden sich eigene einzellige Vermehrungskörper (Conidien) aus meist vergrößerten Mutterzellen (Conidangien) (vgl. Fig. 51 *B*—*F*) oder auch durch bloßes Auseinanderweichen von vegetativen Fadenzellen. Alle genauer untersuchten fädigen *Sch.* entwickeln im Dienste der vegetativen Vermehrung kürzere oder längere, fadenförmige, mehrzellige Organe (Hormogonien), welche sich von der Mutterpflanze durch eine kriechende, jedenfalls auf ähnliche Verhältnisse, wie bei den Oscillatorien-Fäden zurückzuführende Bewegung entfernen, dann zur Ruhe kommen, sich durch Zellteilungen vergrößern und einer neuen Pflanze oder Familie den Ursprung geben. (Vgl. Fig. 52 *H*; Fig. 58 *G*; Fig. 59 *A*; Fig. 60 *A*; Fig. 61 *G*).

Bei den meisten Familien findet die Bildung von Dauerzellen (Sporen) statt, welche dazu bestimmt sind, bei Eintritt ungünstiger Vegetationsbedingungen, wenn die vegetativen Zellen absterben, am Leben zu bleiben und später durch Keimung sich weiter zu entwickeln. Sie bilden sich aus vegetativen Zellen durch Heranwachsen derselben, Verdickung der Zellhaut und Vermehrung des Zellinhaltes, besonders durch Aufspeicherung von Reservestoffen. (Vgl. Fig. 49 F_2, *G*; Fig. 55 *B*, *C*; Fig. 56 *A*, *C*, D_2, *E*—*H*; Fig. 59 *C*).

Von verschiedenen Beobachtern ist auch für die *Sch.*, wie für zahlreiche Abteilungen der grünen Algen, die Behauptung aufgestellt worden, dass bei den fädigen Arten ein

weitgehender Formenwechsel (Polymorphismus) stattfinde, der sich namentlich in dem Auftreten einzelliger, nach Art der *Chroococcaceae* sich durch Teilung vermehrender Zustände kundgebe, ja dass wohl alle in der Familie der *Chroococcaceae* zusammengefassten Formen nur niedere Entwickelungszustände von fädigen *Sch.* seien. So wenig auch die Thatsache der Bildung von *Chroococcaceae*-ähnlichen Zuständen bei verschiedenen Familien der *Sch.* in Zweifel gezogen werden soll, so unberechtigt bleibt jener weiter gehende Schluss, solange nicht für einzellige, jetzt zu den *Chroococcaceae* gestellte Formen deren Entwickelung zu fädigen Arten durch einwurfsfreie Reinculturen nachgewiesen worden ist. Diese selbstverständliche Forderung ist aber bis jetzt noch in keinem Falle erfüllt worden, und deshalb müssen immer noch alle Angaben über einen Polymorphismus der *Sch.* bezweifelt, demgemäß auch die verschiedenen Formen der *Chroococcaceae* als selbständige Gattungen und Arten auseinandergehalten werden.

Vorkommen und Verbreitung. Die *Sch.* sind im Süßwasser, im salzigen Wasser und an feuchten Örtlichkeiten auf dem Boden, an Felsen, Bäumen u. s. w. über die ganze Erde verbreitet. Über ihr Vorkommen in mit organischen Substanzen verunreinigtem und in thermalem Wasser, sowie über die Arten, welche als Raumparasiten im Vegetationskörper höherer Pflanzen leben, finden sich nähere Angaben bei den einzelnen Familien. Als Gonidien im Flechtenthallus eingeschlossen finden sich sehr häufig Angehörige der *Chroococcaceae*, *Nostocaceae*, *Scytonemataceae* und *Stigonemataceae*, selten solche der *Chamaesiphonaceae* und *Rivulariaceae*, gar keine *Oscillatoriaceae* und *Camptotrichaceae*. Ihre Zellen oder Zellfäden erscheinen im Flechtenthallus von dem mit ihnen symbiontisch lebenden Pilz umsponnen, ohne anscheinend in ihrer Entwickelung gehindert zu sein (Vgl. Fig. 48).

Verwandtschaftsverhältnisse. Mit den ihnen verwandten Schizomyceten zusammen nehmen die *Sch.* die niederste Stufe im Pflanzenreiche ein. Der oben genannten Klasse durch die vegetative Vermehrungsweise und durch die ähnliche Struktur der Zellen nahe stehend, unterscheiden sie sich von ihr außer durch die Ausstattung der Zellen mit Chromatophoren und den oft complicierteren Aufbau der Pflänzchen insbesondere durch den Mangel an Schwärmerbildung. Verwandtschaftliche Beziehungen der *Sch.* bestehen ferner zu den Flagellaten durch Vermittelung der Phykochrom führenden Gattung *Chroomonas* und zu den *Bangiales*, in deren Nähe in den Natürl. Pflanzenfam. diejenigen früher zu den *Sch.* gerechneten Gattungen gestellt sind, welche complicierter gebaute Chromatophoren und deutliche Zellkerne in ihren Zellen aufweisen. Diese systematische Einordnung ist als provisorisch zu betrachten, bis weitere entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen vorliegen.

Einteilung der Klasse Die *Sch.* sind als eine natürliche, zu den Algen gestellte Klasse zuerst von Stizenberger (1860) erkannt und mit dem Namen *Myxophyceae* belegt worden. Die Rabenhorst'sche Gruppierung der von ihm *Phycochromophyceae* (1863) genannten Algenabteilung in die beiden Ordnungen der *Cystiphorae* (aus der Familie der *Chroococcaceae* bestehend) und der *Nematogenae* deckt sich im wesentlichen mit der Aufstellung der *Chroococcaceae* (*Coccogoneae*) und *Nostochineae* (*Hormogoneae*) bei Thuret, dessen Essai de classification des Nostochinées (1875) für diese Ordnung den Grund zu den späteren systematischen Einteilungen gelegt hat. Nur die *Chamaesiphonaceae*, die erst später genauer bekannt wurden, und deren Einzelligkeit vor dem Zeitpunkte der Conidienbildung bisher noch nirgends hinreichend betont worden ist, sowie die kleine Gruppe der *Camptotrichaceae*, kommen bei dieser Gruppierung noch nicht zu ihrem Rechte. Für die Systematik der *Chroococcaceae* ist nach Nägeli (1849) wohl vieles Material an Einzelheiten beigebracht, aber wenig bezüglich dessen Sichtung geleistet worden. Nur Hansgirg hat sich in dieser Richtung Verdienste erworben, indem er 1888 eine Übersicht der Gattungen und Untergattungen der *Sch.* veröffentlichte, und diese in seinem Prodromus der Algenflora von Böhmen (II. Teil 1893) weiter aus-

führte. Für die *Nostochineae* im Sinne Thuret's sind die Arbeiten von Borzì, Bornet et Flahault und Gomont besonders wertvoll; von diesen Autoren ist jedoch bei der folgenden Einteilung in manchen Punkten deswegen abgewichen worden, weil die strenge Durchführung der Trennung von *Heterocysteae* und *Homocysteae* nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Grenzzellen bisweilen zu unnatürlichen Zerreißungen von Verwandtschaftskreisen führen muss. Auch Bornet et Flahault haben sich in dieser Hinsicht zu Inconsequenzen genötigt gesehen, indem sie die Gattungen *Leptochaete* und



Fig. 48. *Schizophyceae* als Flechten-Gonidien. *A, B Stereocaulon ramulosum* mit *Scytonema*-Gonidien (330|1). — *C Dictyonema sericeum* mit *Scytonema*-Gonidien (80|1). — *D Synalissa symphorea* mit *Glococapsa*-Gonidien (475|1). — *E Lichina sp.* mit *Rivularia*-Gonidien (300|1). — *F Collema microphyllum* mit *Nostoc*-Gonidien (500/1). (*A—D* nach Bornet, *E* nach Schwendener, *F* nach Stahl).

Amphithrix, sowie die Untergattung *Homoeothrix*, anhangsweise auch die Gattung *Isocystis*, bei denen Grenzzellen nicht vorkommen, dennoch ihren *Heterocysteae* einordnen. Diese Schwierigkeit wird vermieden, wenn man von den *Hormogoneae* zunächst mit Thuret die *Trichophoreae* (die Fäden am Ende in ein Haar auslaufend) abscheidet. Auch innerhalb der so übrig bleibenden *Psilonemateae* (ohne haarartige Fadenenden) scheint es mir zweckmäßiger, in erster Linie nicht das Vorhandensein oder Fehlen der Grenzzellen, sondern die An- oder Abwesenheit von Verzweigungen der Fäden für die systematische Anordnung zu berücksichtigen; hieraus ergiebt sich die Zuweisung der Gattung *Plectonema* zu den *Scytonemataceae*, sowie von *Isocystis* und *Microchaete* zu den *Nostocaceae*.

Die Ausbildung von Dauerzellen, welche in hohem Grade von den äußeren Vegetationsbedingungen abhängig zu sein scheint, eignet sich wenig als Merkmal zur Abgrenzung von Gattungen. Somit ergiebt sich folgende

Übersicht der Familien:

A. Vermehrung durch einzelne unbewegliche Zellen; Pflanzen einzellig, die Zellen oft zu mannigfach gestalteten, aber sehr selten fadenförmigen Familien vereinigt
I. **Coccogoneae.**
- a. Vermehrung nur durch vegetative Zellteilung . . . . . . 1. **Chroococcaceae.**
- b. Vermehrung durch Conidien, welche sich aus dem Inhalte einer Mutterzelle bilden
2. **Chamaesiphonaceae.**

B. Vermehrung durch fadenförmige, mit aktiver Bewegung begabte Hormogonien; Pflanzen (mit Ausnahme von *Spirulina*) immer mehrzellig, einfache oder verzweigte, oft mit Scheiden versehene Fäden darstellend . . . . II. **Hormogoneae.**
- a. Fäden am Ende nie in haarartig verdünnte Enden ausgehend IIa. **Psilonemateae.**
  - α. Fäden einfach, unverzweigt.
    - I. Alle Fadenzellen unter einander gleichartig; weder Grenzzellen, noch Dauerzellen vorhanden . . . . 3. **Oscillatoriaceae.**
    - II. Die vegetativen Fadenzellen von anders aussehenden Grenzzellen oder wenigstens von Dauerzellen unterbrochen . . . . 4. **Nostocaceae.**
  - β. Fäden verzweigt.
    - I. Verzweigungen unecht, nämlich durch seitliches Hervorwachsen eines Fadenteiles unter dem darüber stehenden gebildet; Zellteilungen nur senkrecht zur Fadenachse; Fäden aus einer einzigen Zellreihe bestehend 5. **Scytonemataceae.**
    - II. Verzweigungen echt, nämlich durch Zellteilung parallel zur Fadenachse gebildet; Fäden oft aus mehr als einer Zellreihe bestehend 6. **Stigonemataceae.**
- b. Fäden in verdünnte haarartige Enden ausgehend . . . . IIb. **Trichophoreae.**
  - α. Fäden am oberen Ende in ein mehrzelliges, farbloses Haar auslaufend
7. **Rivulariaceae.**
  - β. Fäden epiphytisch, nach beiden Enden hin allmählich verdünnt
8. **Camptotrichaceae.**

I. Coccogoneae Thuret (erweitert).

Einzellige, in ihrem Zellinhalte Phykrochom führende Algen, welche einzeln oder zu verschiedenartig gestalteten Familien vereinigt leben. Die Vermehrung erfolgt entweder nur durch vegetative Zellteilung oder durch Bildung von 4 bis zahlreichen, unbeweglichen Fortpflanzungszellen (Conidien), welche durch Teilung aus dem Inhalte einer Mutterzelle entstehen.

Chroococcaceae

von

O. Kirchner.

Mit 20 Einzelbildern in 2 Figuren.

Gedruckt im Juni 1898.

Merkmale. Einzellige, Phykochrom enthaltende Algen, deren mikroskopisch kleine Zellen einen Gegensatz von Basis und Spitze nicht zeigen und entweder frei leben oder häufiger durch Gallertausscheidung zu verschiedenartig geformten, oft mit bloßem Auge wahrnehmbaren Familien verbunden bleiben, und die sich nur durch vegetative Zellteilung vermehren. In einzelnen Fällen sind Dauerzellen beobachtet.

Vegetationsorgane. Die Zellen der *Ch.* zeigen einfache Gestalten; sie sind meistens kugelig, oval oder länglich, bisweilen spindelförmig, keilig oder ungefähr quadratisch. Das in ihnen enthaltene, von Phykochrom durchtränkte Chromatophor stellt einen (ungefähr hohlkugeligen) der Innenfläche der Zellhaut anliegenden Körper dar, welcher einen farblosen Innenraum umschließt, und gewöhnlich eine helle oder lebhafte blaugrüne Färbung zeigt, die zuweilen auch in purpurn, olivengrün, bräunlich oder gelb übergeht. Die Zellhaut, manchmal dünn und zart, ist häufig von verhältnismäßig bedeutender Dicke und zudem noch oft von einer strukturlosen, gallertartigen Hülle, jedenfalls einer Ausscheidung der Zelle, eingeschlossen. Diese schleimartig weiche oder auch festere, farblose oder durch Gloeocapsin oder Scytonemin gefärbte Gallerthülle hält die Zellen oft während mehrerer oder zahlreicher Generationen zusammen und ermöglicht die Bildung von Zellfamilien, welche aus einer verschieden großen Anzahl von Zellen bestehen, und formlos oder von einer bestimmten Gestalt sein können. Die schließliche Form solcher Familien hängt vornehmlich von der Richtung ab, in welcher die Zellteilungen erfolgen. Fehlt den Zellen die Gallertausscheidung, so trennen sich nach der Teilung die beiden Tochterzellen völlig voneinander, um vereinzelt zu leben; wird Gallerte gebildet, so bleiben die Tochterzellen darin eingebettet, und es entstehen allmählich formlose kompakte Zellfamilien in denjenigen Fällen, wo die Ebenen der Zellteilungen nach allen verschiedenen Richtungen orientiert sind. Erfolgen die Zellteilungen abwechselnd in zwei aufeinander senkrechten Richtungen, so ergeben sich einschichtige Familien von tafelförmiger Gestalt, oder, wenn anfängliche Teilungen nach allen drei Richtungen vorausgegangen sind, Hohlkugeln. Treten die Zellteilungen immer nur in demselben Sinne, parallel zu einander, auf, so können dennoch die Zellen einer Familie eine nachträgliche Verschiebung ihrer ursprünglichen linienförmigen Anordnung erleiden und unregelmäßig gelagert sein.

Vermehrung. Bei den frei lebenden *Ch.* fällt die Vermehrung mit der Zellteilung zusammen. Neue Familien entstehen dadurch, dass entweder einzelne Zellen sich aus dem Familienverbande lösen und zum Anfange einer jungen Familie werden, oder durch Abschnürung und Loslösung von Zellgruppen aus einer zerfallenden Familie.

Dauerzellen mit dicker und resistenter Wandung sind nur in einzelnen Fällen (bei *Gloeocapsa*-Arten) beobachtet worden. Sie entwickeln sich aus vegetativen Zellen und keimen durch aufeinander folgende Teilungen ihres Inhaltes unter Lockerung und Aufquellung ihrer Membran.

Schwärmzellen sind bei den *Ch.* nicht sicher bekannt; die kurze Angabe von Goebel (Botan. Ztg. 1880. S. 490) über ihr Auftreten bei *Merismopedia* bedarf noch der Bestätigung. Doch wäre bei der nahen Verwandtschaft mancher *Ch.*-Gattungen, z. B. *Chroococcus*, *Aphanocapsa*, *Merismopedia*, mit gewissen Schizomyceten die Bildung von Schwärmzuständen nichts Unwahrscheinliches.

Vorkommen. Die *Ch.* wachsen im süßen, seltener im salzigen Wasser und auf feuchtem Boden an der Luft und sind über die ganze Erde verbreitet. Die Gallertfamilien, welche in den meisten Gattungen gebildet werden, schwimmen häufig frei im Wasser oder liegen lose zwischen anderen Gegenständen, nur selten (*Oncobyrsa*) sind sie festgewachsen.

Die Gattungen *Gloeocapsa*, *Aphanocapsa* und *Chroococcus* bilden Flechten-Gonidien bei *Omphalaria*, *Synalissa*, *Enchylium*, *Phyliscium*, *Cora*, *Stereocaulon*.

Die **Einteilung der Familie** muss bei der großen Einfachheit des Baues der Zellen auf ziemlich unwesentliche Merkmale begründet werden und dürfte sich bei einem genaueren Studium der Entwickelungsgeschichte der einzelnen Formen nicht in allen Punkten aufrecht erhalten lassen.

A. Zellen einzeln lebend oder zu wenigen aneinander hängend, nicht bestimmt geformte Familien bildend, ihre Membran ohne Gallerthülle.
   a. Zellen kugelig.

I. Zellteilung nach allen Richtungen des Raumes . . . . 1. **Chroococcus.**
II. Zellteilung nur nach einer Richtung . . . . 2. **Synechocystis.**
b. Zellen länglich bis cylindrisch
I. Zellen dünnwandig, nicht mit differenziertem Chromatophor . 3. **Synechococcus.**
II. Zellen dickwandig, mit differenziertem, meist sternförmigem Chromatophor 4. **Chroothece.**
c. Zellen spindelförmig . . . . 5. **Dactylococcopsis.**
B. Zellen durch ausgeschiedene Gallerte zu Familien von verschiedener Gestalt vereinigt.
a. Familien formlos.
α. Die dicken Hüllmembranen der Zellen bleiben mehrere Generationen hindurch erhalten, so dass die Zellen in mehrere Membranen eingeschachtelt sind.
I. Zellen kugelig.
1⁰. Lager ausgebreitet, gestaltlos. . . . . 6. **Gloeocapsa.**
2⁰. Lager krustig, knorpelig; Zellen in kurze Reihen angeordnet 7. **Entophysalis.**
3⁰. Lager hohlkugelig; Zellen zu 4 genähert . . . . 8. **Placoma.**
II. Zellen länglich bis cylindrisch.
1⁰. Zellen ohne bestimmt geformtes Chromatophor . . . . . 9. **Gloeothece.**
2⁰. Zellen mit sternförmigem Chromatophor . . . . 10. **Zachariasia.**
β. Zellen nicht eingeschachtelt, mit zusammenfließenden Hüllmembranen.
I. Zellen kugelig . . . . 11. **Aphanocapsa.**
II. Zellen länglich . . . . 12. **Aphanothece.**
b. Familien von bestimmter Gestalt.
aa. Familien freischwimmend.
α. Familien solid, mehrere Zellschichten dick.
I. Zellen kugelig.
1⁰. Familien kugelig oder traubig . . . . 13. **Microcystis.**
2⁰. Familien netzförmig zerreißend . . . . 14. **Clathrocystis.**
II. Zellen, wenigstens zum Teil, keilförmig; Familien kugelig 15. **Gomphosphaeria.**
β. Familien aus einer einschichtigen Zellenlage bestehend.
I. Familien hohlkugelig . . . . 16. **Coelosphaerium.**
II. Familien tafelförmig oder häutig.
1⁰. Zellen kugelig oder länglich . . . . 17. **Merismopedia.**
2⁰. Zellen cylindrisch, palissadenförmig nebeneinander stehend 18. **Holopedium.**
3⁰. Zellen flach, im Umfange quadratisch . . . . 19. **Tetrapedia.**
bb. Familien warzenförmig, auf der Unterlage festgewachsen. . . . 20. **Oncobyrsa.**

1. **Chroococcus** Nägeli. Zellen kugelig oder etwas eckig, einzeln lebend oder zu wenigzelligen Familien verbunden, ohne zerfließende Hüllmembran, mit blaugrünem, violettem, bräunlichem oder gelbem Inhalte; Zellteilung nach allen Richtungen.

Etwa 30 Arten, meist im süßen Wasser und an feuchten Örtlichkeiten, einige im Meere; überall verbreitet.

Sect. I. *Rhodococcus* Hansgirg. Zellinhalt purpurrot oder violett. *Ch. caldariorum* Hansgirg, an feuchten Mauern in Warmhäusern in Böhmen.

Sect. II. *Euchroococcus* Hansgirg. Zellinhalt blaugrün, bräunlich oder gelblich. — **A.** Zellhaut dick, geschichtet: *Ch. macrococcus* (Trevisan) Rabenhorst, Zellen bis 90 μ im Durchmesser, mit gelb, rotgelb oder bräunlich gefärbtem Inhalte, auf feuchtem Boden und an Felsen in Europa, Ostgrönland und auf den Sandwichsinseln; *Ch. turgidus* (Kützing) Nägeli (Fig. 49 *A*); Zellen bis 35 μ dick, mit blaugrünem oder bräunlichem Inhalte, in Sümpfen und an nassen Felsen anscheinend überall. — **B.** Zellhaut dünn, ungeschichtet: *Ch. minutus* (Kützing) Nägeli, Zellen 6—9 μ dick, mit deutlicher Membran; *Ch. helveticus* Nägeli, Zellen 4,5—7,5 μ dick, mit sehr dünner schleimiger Membran; *Ch. minor* (Kützing) Nägeli, Zellen 3,25—3,75 μ dick, mit sehr dünner Membran; alle häufig an feuchten Orten, in Teichen u. s. w.

2. **Synechocystis** Sauvageau. Zellen kugelig, mit dünner nicht zusammenfließender Membran und blaugrünem Inhalte, einzeln oder zu wenigen aneinanderhängend; Zellteilung nur nach einer Richtung.

1 Art, *S. aquatilis* Sauvageau, (Fig. 49 *B*), im warmen Wasser eines Baches in Algier.

3. **Synechococcus** Nägeli. Zellen länglich oder cylindrisch, mit dünner, nicht zusammenfließender Membran und blaugrünem oder gelblichem Inhalte, einzeln lebend,

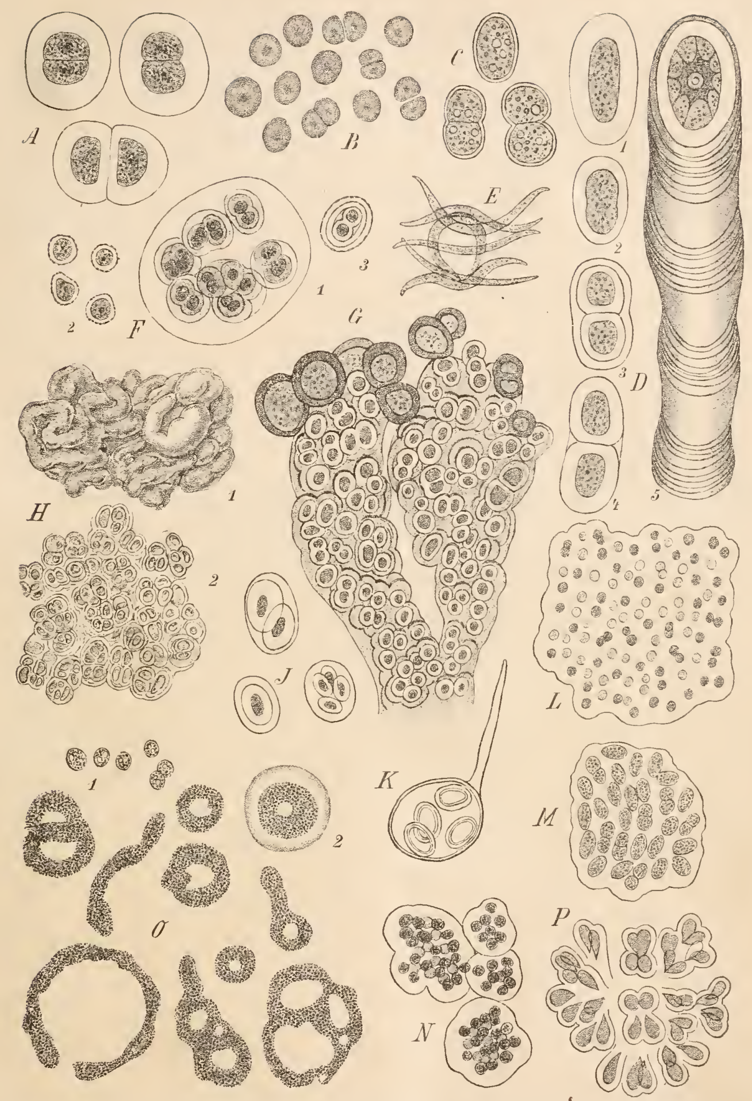


Fig. 49. *A Chroococcus turgidus* Näg. (575/1). — *B Synechocystis aquatilis* Sauv. (1000/1). — *C Synechococcus aeruginosus* Näg. (575/1). — *D Chroothece Richteriana* Hansg. (575/1). — *E Dactylococcopsis rhaphidioides* Hansg. (2000/1). — *F Gloeocapsa sanguinea* Kütz., 1 vegetative Familie, 2 Dauerzellen, 3 Keimungszustand einer Dauerzelle (575/1). — *G Entophysalis granulosa* Kütz., mit Dauerzellen (575/1). — *H Placoma vesiculosum* Schousb. (1: 7/1, 2: 330/1). — *J Gloeothece confluens* Näg. (575/1). — *K Zachariasia endophytica* Lemm. (720/1). — *L Aphanocaspa Castagnei* Rbh. (575/1). — *M Aphanothece Castagnei* Rbh. (575/1). — *N Microcystis Flos aquae* Kirch. (575/1). — *O Clathrocystis aeruginosa* Henfr. 1 einzelne Zellen, 2 die Gallerthülle einer Familie sichtbar gemacht (1: 575/1, die übrigen Abbildungen 30/1). — *P Gomphosphaeria aponina* Kütz., eine auseinander gedrückte Familie (575/1). (*B* nach Sauvageau, *D* 5 u. *E* nach Hansgirg, *H* nach Bornet, *K* nach Lemmermann, *P* nach Kirchner; das übrige Original.)

oder in kleine reihenförmige Familien vereinigt; Zellteilung nur senkrecht zur Längsachse der Zellen.

7 Arten an feuchten Felsen und auf der Erde in der alten und neuen Welt. Typische Art *S. aeruginosus* Nägeli (Fig. 49 *C*), Zellen 7—16 μ dick, blaugrün, an feuchten Felsen in Europa, Nordafrika, Nordamerika und Australien verbreitet.

4. **Chroothece** Hansgirg. Zellen elliptisch, mit einer dicken farblosen, oft deutlich geschichteten und bisweilen an dem einen Ende stielartig ausgebildeten Membran, und einem differenzierten, meist sternförmig gelappten Chromatophor von blaugrüner oder gelber Farbe, einzeln lebend oder zu 2 mit einander verbunden; Zellteilung nur senkrecht zur Längsachse der Zelle. Es bilden sich dickwandige Dauerzellen aus, welche nach einer Ruheperiode keimen, indem sie sich teilen.

1 Art, *Ch. Richteriana* Hansgirg (Fig. 49 *D*), in Salzwassersümpfen in Böhmen.

Durch die Gestalt des Chromatophors steht *Ch.* der Gatt. *Glaucocystis* nahe und ist wie diese am zweckmäßigsten an die *Bangiales* anzuschließen; vgl. I. Teil, 2. Abt. S. 316.

5. **Dactylococcopsis** Hansgirg. Zellen einzeln oder zu 2—8 zusammengehäuft; spindel- oder S-förmig, an beiden Enden zugespitzt, mit hell blaugrünem oder olivengrünem Inhalte und dünner, farbloser Haut; Zellteilung nur nach einer Richtung.

2 Arten in Mitteleuropa; *D. rhaphidioides* Hansgirg (Fig. 49 *E*), Zellen 1—3 μ dick, 5—6 mal so lang, auf feuchtem Boden bei Prag.

6. **Gloeocapsa** Kützing em. Nägeli (*Bichatia* Turpin). Zellen kugelig, mit dicken, blasigen Hüllmembranen, einzeln lebend oder meistens derart zu Familien vereinigt, dass die Hüllen der Tochterzellen von denen der Mutterzellen längere Zeit umgeben bleiben (Einschachtelung); Zellteilung nach allen Richtungen. Dauerzellen mit dickem, feinwarzigem Exospor sind bei einigen Arten beobachtet worden.

Etwa 60 Arten, meistens an feuchten Felsen und Steinen in allen Weltteilen, bilden oft weit ausgebreitete Überzüge oder Anflüge von schwärzlicher oder bräunlicher Farbe; einige auch am Meeresufer und an salzhaltigen Orten des Binnenlandes.

Sect. I. *Rhodocapsa* Hansgirg. Hüllmembranen, wenigstens die inneren, rot gefärbt. — **A.** Zellinhalt rot: *G. purpurea* Kützing; *G. dubia* Wartmann. — **B.** Zellinhalt blaugrün, bisweilen bräunlich: *G. Magma* (Brébisson) Kützing, Hüllen geschichtet; *G. sanguinea* (C. A. Agardh) Kützing (Fig. 49 *F*), Hüllen ungeschichtet.

Sect. II. *Xanthocapsa* Nägeli (als Gatt.) (*Chrysocapsa* Hansgirg). Hüllmembranen gelb bis braun. — **A.** Zellinhalt gelb: *G. Paroliniana* (Meneghini) Brébisson. — **B.** Zellinhalt blaugrün: *G. ocellata* Rabenhorst, Zellen ohne Hülle 4—6,5 μ dick; *G. fuscolutea* (Nägeli) Kirchner, Zellen o. H. 1,7 μ dick; *G. aurata* Stizenberger, Zellen o. H. 3,5—5 μ dick, diese 3 Arten an feuchten Felsen u. ä.; *G. crepidinum* Thuret, Zellen o. H. 3,5—5 μ dick, und *G. deusta* (Meneghini) Kützing, Zellen o. H. 4—5 μ dick, länglich, in salzigem Wasser.

Sect. III. *Cyanocapsa* Kirchn. Hüllmembran blau, violett oder schwärzlich, Zellinhalt blaugrün: *G. violacea* (Corda) Rabenhorst, Zellen ohne Hülle 3,5 μ dick; *G. ambigua* (Nägeli) Kirchn., Zellen o. H. 1,8—2,5 μ dick; *G. nigrescens* Nägeli, Zellen o. H. 3,3—6,8 μ dick; sämtlich an feuchten Mauern, Felsen, Hölzern u. s. w.

Sect. IV. *Hyalocapsa* Kirchn. (*Eugloeocapsa* Hansgirg z. T.). Hüllmembranen farblos oder sehr hell gefärbt; Zellinhalt blaugrün: *G. montana* Kützing, Zellen ohne Hülle 2,5—6 μ dick; *G. aeruginosa* (Carmichael) Kützing, Zellen o. H. 2,25—3 μ dick; *G. coracina* Kützing, Zellen o. H. 3,3—4,3 μ dick; *G. atrata* Kützing, Zellen o. H. 3,5—4,6 μ dick; an ähnlichen Standorten wie die vorhergehenden Arten.

Von nicht näher beschriebenen *G.*- und *Gloeothece*-Arten fand Rothpletz im und am Great Salt Lake in Utah, dass sie in ihrem Lager reichlich kohlensauren Kalk aussondern, der anfänglich feine rundliche Körnchen bildet, sich aber oft zu größeren knolligen Körpern zusammenschließt nnd dann sog. Oolithe darstellt; auch die Oolithe am Ufer des roten Meeres zeigen eine ähnliche organische Grundlage.

7. **Entophysalis** Kützing. Zellen kugelig, von Hüllmembranen umgeben, wie bei *Glococapsa*, zu kurzen aufrechten, unregelmäßig gekrümmten Reihen angeordnet, welche ihrerseits ein krustiges knorpeliges Lager bilden.

2 Arten im Meere an den Küsten Europas und Nordamerikas. *E. granulosa* Kützing (Fig. 49 *G*), bildet braunschwarze Krusten auf Steinen zwischen der Flut- und Ebbegrenze an den Küsten des atlantischen und mittelländischen Meeres.

8. **Placoma** Schousboe. Zellen wie bei *Gloeocapsa*, zu 4 einander genähert, ein hohlkugeliges Lager bildend, gegen dessen Oberfläche hin sie ziemlich radial angeordnet sind.

2 Arten an vom Meere bespülten Felsen Europas und Nordafrikas. *P. vesiculosum* Schousboe (Fig. 49 *H*), bildet weit ausgebreitete runzelige Krusten von olivengrüner Farbe an der Küste bei Biarritz und Tanger.

9. **Gloeothece** Nägeli. Zellen länglich oder cylindrisch, mit dicken, blasigen Hüllmembranen und blaugrünem Inhalte, einzeln oder in mikroskopisch kleine Familien vereinigt, die von einer Blase umschlossen sind und im Inneren in der Regel nach Art von *Gloeocapsa* eingeschachtelte Zellen enthalten.

Gegen 20 Arten an feuchten Felsen und zwischen Moosen, seltener im Wasser schwimmend; bis jetzt in Europa, Westindien und Queensland aufgefunden.

Sect. I. *Chromothece* Kirchn. Hüllmembranen, wenigstens die innersten, gefärbt: *G. fuscolutea* (Nägeli, Zellen ohne Hülle 3—4 μ dick, an feuchten Felsen in höheren Gebirgen Europas; *G. monococca* (Kützing) Rabenhorst, Zellen o. H. 4—5 μ dick, auf feuchtem Boden und an Felsen in Mitteleuropa.

Sect. II. *Hyalothece* Kirchn. Hüllmembranen farblos: *G. Palea* (Kützing) Rabenhorst, Zellen o. H. 2,5—4 μ dick, an feuchten Mauern und Steinen in Deutschland und Böhmen; *G. confluens* Nägeli (Fig. 49 *J*), Zellen o. H. 1,5—2,25 μ dick, auf feuchtem Boden, zwischen Moos, in Europa verbreitet, auch in Westafrika; *G. linearis* Nägeli, Zellen o. H. 1,5—2 μ dick, an feuchten Felsen und im Wasser in Europa und Westindien.

10. **Zachariasia** Lemmermann. Zellen oblong oder elliptisch oder etwas eckig gedrückt, mit deutlicher Hüllmembran und sternförmigem Chromatophor von blaugrüner Farbe, zu 4 in einer gemeinsamen Hülle eingeschlossen.

Die Gattung findet wegen der differenzierten Chromatophore ihre systematische Stellung besser im Anschlusse an die *Bangiales*, vgl. I. Teil, 2. Abt. S. 315.

1 Art, *Z. endophylica* Lemmermann (Fig. 49 *K*), im Lager von *Rivularia radians* Thuret in Holstein.

11. **Aphanocapsa** Nägeli (incl. *Aplococcus* Roze). Zellen kugelig, mit dicken zusammenfließenden, eine strukturlose Gallerte bildenden Hüllmembranen und blaugrünem, seltener oliven- oder gelblichgrünem Inhalte, zu formlosen Familien vereinigt; Zellteilungen nach allen Richtungen.

Etwa 20 Arten im süßen Wasser und auf feuchter Erde, an Felsen und Mauern, selten im Salzwasser; in Europa und Amerika beobachtet. — Am häufigsten *A. testacea* (A. Braun) Nägeli, Lager gelbbraun oder schmutzig rötlich, Zellen 7,5—9,5 μ dick, gelblich; *A. brunnea* (A. Braun) Nägeli, Lager braun, Zellen 4,5—5,5 μ dick, oliven- oder blaugrün; *A. pulchra* (Kützing) Rabenhorst, Lager blaugrün, Zellen 3,5—4,5 μ dick, blass blaugrün; *A. Grevillei* (Hassall) Rabenhorst, Lager schmutziggrün, Zellen 3,5—6 μ dick, blaugrün; *A. Castagnei* (Kützing) Rabenhorst (Fig. 49 *L*), Lager blaugrün oder bräunlich, Zellen 2—3,5 μ dick, blaugrün; *A. montana* Cramer, Lager gelblich, hellviolett oder grau, Zellen 3,5—4 μ dick, blass blaugrün.

12. **Aphanothece** Nägeli (erweitert). Zellen länglich, nur senkrecht zur ihrer Längsachse sich teilend, sonst wie *Aphanocapsa*.

Etwa 20 Arten im süßen Wasser und an feuchten Orten auf der ganzen Erde.

Sect. I. *Coccochloris* Sprengel (als Gatt.). Lager rundlich, gallertig: *A. stagnina* (Sprengel) A. Braun, in Teichen Mitteleuropas.

Sect. II. *Aphanothece* Nägeli (als Gatt.). Lager formlos, schleimig: *A. microscopica* Nägeli, Zellen 4,5 μ dick; *A. Castagnei* (Brébisson) Rabenhorst (Fig. 49 *M*), Zellen 2,5—4 μ dick, beide in Sümpfen und Teichen; *A. caldariorum* Richter, Zellen 2 μ dick, und *A. nidulans* Richter, Zellen 1—1,5 μ dick, an feuchten Wänden in Warmhäusern.

13. **Microcystis** Kützing (1833). Zellen kugelig oder durch gegenseitigen Druck etwas eckig, mit blaugrünem oder bräunlichem Inhalte, der oft Gasvakuolen umschließt, in großer Anzahl zu mikroskopisch kleinen, soliden, kugeligen oder traubigen Familien vereinigt, welche von einer gemeinsamen gallertartigen Hülle umgeben sind; Zellteilungen nach allen Richtungen.

Etwa 10 Arten im Süßwasser Europas und Amerikas.

Sect. I. *Microcystis* Kützing als Gatt. (incl. *Anacystis* Meneghini 1836). Familien kugelig. *M. olivacea* Kützing, Lager olivengrün, Zellen 1,5—3 μ dick.

Sect. II. *Polycystis* Kützing (1845, als Gatt.). Familien traubig. *M. flos aquae* (Wittrock) (Fig. 49 *N*), Lager blass oder gelblich spangrün, Zellen 4—6,5 μ dick, und *M. elabens* (Brébisson) Kützing, Lager blau- oder olivengrün, Zellen 3—4,5 μ dick, bilden Wasserblüten.

14. **Clathrocystis** Henfrey. Zellen kugelig, mit blaugrünem oder gelblichem, Gasvakuolen umschließendem Inhalte, in großer Anzahl zu anfangs kugeligen, später unregelmäßig netzig zerreißenden Familien vereinigt, welche von einer gemeinsamen schleimigen Hülle umgeben sind; Zellteilungen nach allen Richtungen.

1 Art, *C. aeruginosa* (Kützing) Henfrey (Fig. 49 *O*), bildet häufig eine Wasserblüte von blaugrüner, seltener olivengrüner oder gelblicher Farbe in Teichen und Seen in Europa, Nordamerika und Australien.

15. **Gomphosphaeria** Kützing. Zellen durch farblose Gallerte zu mikroskopisch kleinen, soliden, kugeligen Familien vereinigt, die inneren kugelig, die peripherischen ei- bis keilförmig oder (während der Teilung) herzförmig mit nach innen gerichteter Spitze; Inhalt blaugrün, olivengrün, orangegelb oder fleischfarben.

2 Arten. *G. aponina* Kützing (Fig. 49 *P*), zerstreut im süßen und brakischen Wasser Europas bis Nowaja-Semlja, auch in Nordamerika und Brasilien; *G. lacustris* Chodat im Plankton der Alpenseen.

16. **Coelosphaerium** Nägeli. Zellen kugelig oder länglich, an der Oberfläche mikroskopisch kleiner, strukturloser Gallertkugeln in einer einschichtigen Lage verteilt, mit

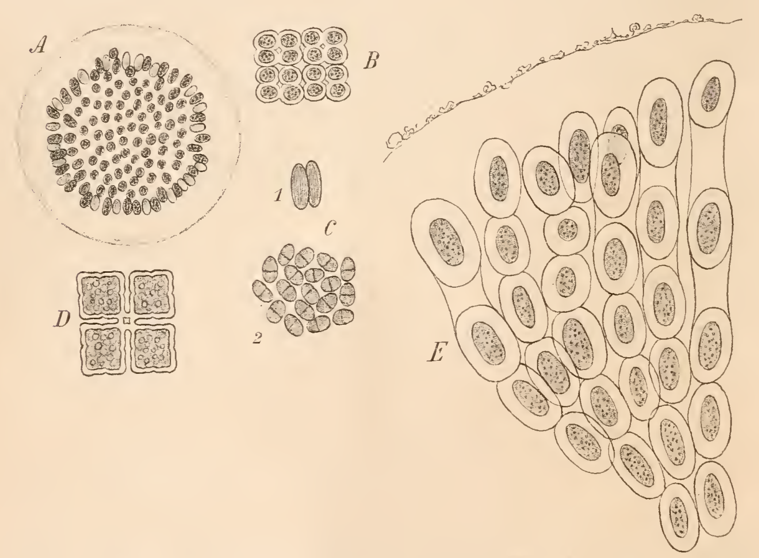


Fig. 50. *A Coelosphaerium Kützingianum* Näg. (575/1). — *B Merismopedia punctata* Mey. (575/1). — *C Holopedium irregulare* Lagerh. 1 Zellen von der Seite, 2 von oben (480/1). — *D Tetrapedia gothica* Reinsch (1200/1). — *E Oncobyrsa lacustris* Kirchn. (575/1). (*C* nach Lagerheim, *D* nach Kirchner, das übrige Original.)

blaugrünem Inhalte; Vermehrung durch einzelne, sich aus der Familie lösende Zellen und durch Einschnürung und Furchung der ganzen Familie.

4 Arten in Europa, Amerika und Afrika. *C. Kützingianum* Nägeli (Fig. 50 *A*), Familien meist 30—60 μ, Zellen 2—5 μ dick, findet sich nicht selten in Teichen und Seen Nord- und Mitteleuropas und bildet daselbst bisweilen eine Wasserblüte.

17. **Merismopedia** Meyen em. Lagerheim. Zellen kugelig, mit blaugrünem, gelblichem oder violettem Inhalte, durch die in Gallerte aufgelösten Membranen zu einschichtigen, tafelförmigen, viereckigen oder unregelmäßigen Familien verbunden und in regelmäßige Längs- und Querreihen angeordnet; Zellteilung nur in zwei aufeinander senkrechten Richtungen.

13 Arten im Süßwasser und im Meere, über die ganze Erde verbreitet. — **A.** Familien regelmäßig viereckig: *M. glauca* (Ehrenberg) Nägeli, Zellen blass blaugrün, 3—5,5 μ dick; *M. elegans* A. Braun, Zellen lebhaft blaugrün, 6,5 μ dick; *M. punctata* Meyen (Fig. 50 *B*), Zellen blass bläulich, 3 μ dick; alle drei Arten im Süß- und Salzwasser, auch im Plankton vorkommend. — **B.** Familien groß, unregelmäßig: *M. convoluta* Brébisson in stehenden Gewässern.

18. **Holopedium** Lagerheim (incl. *Microcrocis* Richter). Zellen cylindrisch mit abgerundeten Enden und blaugrünem Inhalte, mit ihren gallertigen Membranen zu einschichtigen Familien derart verwachsen, dass sie mit ihrer Längsachse aufrecht stehen und keine regelmäßigen Reihen bilden; Zellteilung nur parallel zur Längsachse.

3 Arten im süßen und salzigen Wasser Europas. *H. irregulare* Lagerheim, Zellen 2—3 μ dick und *H. geminatum* Lagerheim (*Microcrocis Dieteli* Richter) (Fig. 50 *C*), Zellen 12 μ hoch, 6 μ dick, im Süßwasser; *H. sabulicolum* Lagerheim, Zellen 6 μ hoch, 3—4 μ dick, in der Ostsee.

19. **Tetrapedia** Reinsch. Zellen flach, von quadratischem Umrisse, mit dünner Membran und blaugrünem Inhalte, einzeln oder zu 2—16 in tafelförmige Familien vereinigt; Vermehrung durch vom Rande gegen das Centrum sich bildende schmale Einschnürung der Zellen, welche noch längere Zeit im Centrum mit einander vereinigt bleiben.

9 Arten, zerstreut im süßen Wasser von Europa, Asien, Afrika und Amerika. — **A.** Die Einschnürungen bei der Zellteilung gehen von der Mitte der Seiten aus: *T. gothica* Reinsch (Fig. 50 *D*). — **B.** Die Einschnürungen bei der Zellteilung gehen von den Ecken aus: *T. Crux Michaeli* Reinsch.

20. **Oncobyrsa** C. A. Agardh (*Hydrococcus* Kützing). Zellen rundlich oder länglich, mit dicken zusammenfließenden Gallerthüllen und blaugrünem oder violettem Inhalte, in radialen Reihen zu warzigen, höckerigen oder polsterförmigen, festsitzenden Familien angeordnet.

5 Arten im Süß- und Meerwasser. *O. rivularis* (Kützing) Meneghini, Zellen 2–6 μ dick, 1—2mal so lang, im süßen Wasser von Europa und Neuseeland; *O. lacustris* Kirchner (Fig. 50 *E*), Zellen 11—13 μ dick, 15—25 μ lang, im Bodensee; *O. adriatica* Hauck, Zellen 4—5 μ dick, bis 10 μ lang, im adriatischen Meere.

Wenn sich die Angabe von Hansgirg über das Vorkommen von Conidien bei *O.* bestätigt, so müsste die Gattung zu der folgenden Familie gestellt werden.*)

CHAMAESIPHONACEAE

von

O. Kirchner.

Mit 9 Einzelbildern in 1 Figur.

Gedruckt im Juni 1898.

Merkmale. Einzellige, Phykochrom enthaltende Algen, deren Zellen meist einen deutlichen Gegensatz von Basis und Spitze zeigen und mit der ersteren aufgewachsen sind. Sie leben einzeln oder verwachsen zu mehr- bis vielzelligen mikroskopisch kleinen

*) Die früher zu den *Chroococcaceae* gerechneten Gattungen *Asterocystis* Gobi (*Allogonium* Kützing, *Chroodactylon* Hansgirg), *Porphyridium* Nägeli, *Goniotrichum* Kützing, *Glaucocystis* Itzigsohn, *Gloeochaete* Lagerheim (*Schrammia* Dangeard s. I. Teil, 2. Abt. S. 314—316.

Familien. Vermehrung durch einzellige kugelige Conidien, welche sich aus dem Inhalte je einer zu einem Conidangium umgebildeten vegetativen Zelle bilden. Bei einigen Gattungen findet außerdem auch vegetative Zellteilung statt.

Vegetationsorgane. Die von den ausgestreuten Conidien abstammenden vegetativen Zellen der *Ch.* sind im herangewachsenen Zustande kugelig, eiförmig, birnförmig oder von einer cylindrischen, spindel- oder flaschenförmigen Gestalt, oft an der Basis mit einem kleinen stielartigen Fuße versehen. Ihr Chromatophor, über dessen Struktur nichts näheres bekannt ist, enthält Phykochrom von blaugrüner, violetter oder bräunlicher Farbe. Die Zellen sind entweder einzeln dem Substrat angeheftet oder zu 1- bis mehrschichtigen, festsitzenden Familien mit einander verwachsen; bei der Gatt. *Hyella* nehmen sie die Form verzweigter, an *Stigonema* erinnernder Fäden an, da sie im Inneren von verzweigten Scheiden angeordnet sind.

Vermehrung. Bei einigen Gattungen (*Xenococcus*, *Pleurocapsa*, *Radaisia*, *Hyella*) besitzen die Zellen die Fähigkeit, sich durch vegetative Teilung zu vermehren, bei den übrigen ist dies nicht der Fall. Die zu ihrer definitiven Größe herangewachsenen Zellen bilden sich, in den mit vegetativer Zellteilung ausgestatteten Gattungen teilweise, sonst sämtlich, zu Conidangien um und bringen 4 bis zahlreiche Conidien hervor. Deren Bildung erfolgt entweder durch aufeinander folgende Teilungen des Zellinhaltes und gleichzeitiges Austreten der Conidien aus der sich öffnenden Membran des Conidangiums (*Xenococcus*, *Pleurocapsa*, *Radaisia*, *Hyella*, *Cyanocystis*, *Dermocarpa*) oder durch succedane und basipetale Abschnürungen am Scheitel des Conidangiums, während dessen Membran sich an der Spitze scheidenartig öffnet (*Chamaesiphon*, *Godlewskia*), oder endlich durch Querteilung des ganzen, dabei in Conidien auseinander fallenden Conidangiums (*Clastidium*). Wegen dieser Ausbildung besonderer der Vermehrung dienenden Zellen nehmen die *Ch.* eine höhere Stellung im System ein, als die *Chroococcaceae*. — Dauerzellen-Bildung ist nicht beobachtet.

Vorkommen. Die *Ch.* wachsen epiphytisch im Süßwasser und im Meere in der alten und neuen Welt; in Australien sind bisher noch keine Angehörigen der Familie aufgefunden worden.

Einteilung der Familie.

A. Vegetative Zellteilung vorhanden; Zellen zu Familien vereinigt.
  a. Familien scheibenförmig, meist einschichtig . . . . **1. Xenococcus.**
  b. Familien kugelig oder warzenförmig . . . . **2. Pleurocapsa.**
  c. Familien vertikale Reihen bildend, zu einem krustigen, knorpeligen Lager vereinigt **3. Radaisia.**
  d. Familien verzweigte, Stigonema-ähnliche Fäden darstellend . . . . . **4. Hyella.**
B. Vermehrung nur durch Conidien, vegetative Zellteilung fehlt; Zellen meistens nicht zu Familien vereinigt.
  a. Der ganze Inhalt des Conidangiums bildet sich simultan zu Conidien um.
    α. Conidien durch Teilungen in allen Richtungen des Raumes entstehend.
      I. Conidangien kugelig, ihre Membran bei der Conidienbildung mit einem queren Risse sich öffnend . . . . **5. Cyanocystis.**
      II. Conidangien eiförmig bis länglich, ihre Membran bei der Conidienbildung sich an der Spitze auflösend . . . . **6. Dermocarpa.**
    β. Conidien reihenförmig, durch Querteilungen des cylindrischen Conidangiums entstehend . . . . **7. Clastidium.**
  b. Conidien am Scheitel des Conidangiums durch succedane Abschnürung gebildet.
    α. Conidangien eiförmig bis cylindrisch . . . . **8. Chamaesiphon.**
    β. Conidangien flaschenförmig . . . . **9. Godlewskia.**

1. **Xenococcus** Thuret. Zellen eckig, am Scheitel abgerundet, mit blaugrünem oder violettem Inhalte, dicht zusammengedrängt und zu einer kleinen scheibenförmigen, ein-

oder mehrschichtigen Familie verwachsen, welche mit der unteren Fläche festsitzt. Zellteilung meist nur durch Wände, welche zur Familienoberfläche senkrecht stehen; Conidien kugelig, meist zu 32 in randständigen Conidangien gebildet.

2 Arten: *X. Schousboei* Thuret (Fig. 51 *A*), auf marinen *Lyngbya*-Arten; *X. Kerneri* Hansgirg, auf verschiedenen Fadenalgen in Bächen des Böhmerwaldes und in Krain, Küstenland und Dalmatien.

2. **Pleurocapsa** Thuret em. Lagerheim (mit Ausschluss von Cyanoderma Weber van Bosse; vgl. I. Teil. 2. Abt. S. 316). Zellen kugelig oder durch gegenseitigen Druck kantig, mit blaugrünem, olivengrünem oder gelblichem Inhalte, zu rundlichen oder warzenförmigen, festsitzenden Familien verwachsen; Zellteilung in allen Richtungen des Raumes; Vermehrung durch sich ablösende vegetative Zellen und durch Conidien, welche meist zu 8—32 in einem Conidangium entstehen.

6 Arten auf Pflanzen, Steinen und Muschelschalen im Süßwasser und im Meere. *P. fuliginosa* Hauck an den Küsten Europas und Nordamerikas; *P. fluviatilis* Lagerheim (Fig. 51 *B*) und einige ähnliche Arten in Gebirgsbächen Europas.

3. **Radaisia** Sauvageau. Zellen kugelig, von gallertig aufgequollenen Hüllmembranen umgeben und zu senkrechten Reihen zusammengewachsen, welche ein krustiges, knorpeliges, aufgewachsenes Lager bilden; Vermehrung durch vegetative Zellteilung und durch Conidien, welche zahlreich in einem dickwandigen, kugeligen oder länglichen Conidangium entstehen.

2 Arten: *R. Gomontiana* Sauvageau auf *Fucus*-Arten bei Biarritz und *R. Cornuana* Sauvageau (Fig. 51 *C*) an untergetauchten Steinen im Süßwasser in Frankreich und Algier.

4. **Hyella** Bornet et Flahault. Lager rundlich, strahlig ausgebreitet, aus zweierlei in Scheiden eingeschlossenen Fäden zusammengesetzt, welche eigentlich aus einzelnen, voneinander getrennten Zellen bestehen; primäre Fäden horizontal verlaufend, mannigfach gekrümmt und zu einem dichtem Filze verflochten, sekundäre von den primären Fäden aus aufwärts wachsend; Zellen ein- oder mehrreihig in einer Scheide, mit blaugrünem Inhalte. Vermehrung durch aus den Scheiden austretende vegetative Zellen und durch Conidien, welche in sich vergrößernden Conidangien entstehen.

2 Arten: *H. caespitosa* Bornet et Flahault (Fig. 51 *D*), auf alten Muschelschalen an den Küsten von Deutschland, Schweden und Frankreich, bildet auch die Gonidien einer auf Muscheln lebenden Flechte, *Verrucaria consequens*; *H. fontana* Huber et Jadin in Kalksteinen und alten Schneckenschalen im Süßwasser bei Montpellier; beide bohren sich in das kalkhaltige Substrat ein.

5. **Cyanocystis** Borzì. Zellen ungefähr kugelig, meist sitzend und mit der Basis fest angeheftet, mit blauem oder violettem Inhalte; Conidien zu 4—16 in einem Conidangium gebildet und durch queres Aufreißen der Membran desselben frei werdend; vegetative Zellteilung fehlt.

1 Art, *C. versicolor* Borzì (Fig. 51 *E*), epiphytisch auf Süßwasser-Algen in Sicilien.

6. **Dermocarpa** Crouan (*Sphaenosiphon* Reinsch). Zellen eiförmig oder oblong, am Grunde oft verdünnt und mit einem sehr kurzen Stiele versehen, mit blaugrünem, bräunlichem oder violettem Inhalte und ziemlich dicker Membran, einzeln lebend oder zu einschichtigen Familien seitlich verwachsen; Conidien zahlreich durch Teilungen nach allen Richtungen in einem Conidangium entstehend, dessen Membran sich dann an der Spitze auflöst; vegetative Zellteilung fehlt.

Etwa 12 Arten epiphytisch auf verschiedenen Meeresalgen an den Küsten Europas und Nordamerikas, auch in Thermen Algiers und in Brackwasser in Angola; am weitesten verbreitet *D. prasina* (Reinsch) Bornet (Fig. 51 *F*), mit cylindrischen bis keulenförmigen, 15—30 μ langen Zellen.

7. **Clastidium** Kirchner. Zellen eiförmig bis cylindrisch, an der Basis festgewachsen, an der Spitze eine ungegliederte, dünne, aufgesetzte Borste tragend, mit blaugrünem Inhalte und sehr dünner Membran, ohne Scheide; Conidien kugelig, zu 8—12 in einer Längsreihe aus dem ganzen Inhalte des Conidangiums durch Querteilungen entstehend; vegetative Zellteilung fehlt.

2 Arten, zerstreut in Quellen und Bächen Nord- und Mitteleuropas. *C. setigerum* Kirchner

(Fig. 51 *G*), Zellen cylindrisch bis spindelförmig, 2,5—4 μ dick, zuletzt 28—38 μ lang, Borste bis 50 μ lang.

8. **Chamaesiphon** A. Braun et Grunow (incl. *Sphaerogonium* Rostafinski). Zellen birnförmig, eiförmig bis cylindrisch, mit blaugrünem, violettem oder gelblichem Inhalte



Fig. 51. *A Xenococcus Schousboei* Thur. auf *Lyngbya* festsitzend (330/1). — *B Pleurocapsa fluviatilis* Lagerh. (575/1). — *C Rādaisia Gomontiana* Sauv., Durchschnitt durch das Lager (550/1). — *D Hyella caespitosa* Born. et Fl., vegetative Fäden (rechts), Bildung der Conidangien und Conidien (330/1). — *E Cyanocystis versicolor* Bzi. (660/1). — *F Dermocarpa prasina* Born. (650/1). — *G Clastidium setigerum* Kirch. (575/1). — *H Chamaesiphon confervicola* A. Br. (660/1). — *J Godlewskia aggregata* Jancz., auf *Batrachospermum*-Zellen sitzend (625/1). (*A*, *D*, *F* nach Bornet, *B* nach Lagerheim, *C* nach Sauvageau, *E* und *H* nach Borzì, *J* nach Janczewski, *G* Original.)

und zarter Membran, mit der Basis festsitzend, einzeln oder gesellig lebend; Conidien zahlreich, succedan durch Querteilungen, bisweilen auch durch Längsteilungen am Scheitel des Conidangiums entstehend, welches sich dabei oben scheidenartig öffnet; vegetative Zellteilung fehlt.

12 Arten, meist im Süßwasser wohl aller Erdteile auf Steinen, Fadenalgen und anderen Wasserpflanzen festsitzend, selten im Meere.

Sect. I. *Sphaerogonium* (*Rostafinski* als Gatt.) Hansgirg. Conidangien ei- oder keulenförmig. — **A.** Scheide farblos: *Ch. incrustans* Grunow, in Europa häufig, auch in Westafrika, Nordamerika, Westindien, Java und Neuseeland aufgefunden. — **B.** Scheide gefärbt: *Ch. fuscus* (Rostafinski) Hansgirg, in Gebirgsbächen Mittel- und Südeuropas.

Sect. II. *Brachythrix* (A. Braun) Hansgirg. Conidangien cylindrisch: *Ch. confervicola* A. Braun (Fig. 51 *H*), häufig im Süßwasser Europas bis Nowaja-Semlja, auch auf Java und Sumatra; *Ch. sansibaricus* Hieronymus, in Ostafrika; *Ch. marinus* Wille et Rosenvinge, marin, bei Nowaja-Semlja.

9. **Godlewskia** Janczewski. Zellen flaschenförmig, mit blaugrünem Inhalte und gallertartiger Membran, einzeln lebend oder zu unregelmäßigen Familien vereinigt; Conidien am Scheitel der Conidangien einzeln nach einander durch Querteilungen abgeschnürt; vegetative Zellteilung fehlt.

1 Art, *G. aggregata* Janczewski (Fig. 51 *J*), epiphytisch auf *Batrachospermum* bei Krakau.

II. Hormogoneae Thuret.

Mehrzellige (nur bei *Spirulina* einzellige), in ihrem Zellinhalte Phykochrom führende Algen, deren Zellen zu einfachen oder verzweigten, meist einreihigen, seltener mehrreihigen fadenförmigen Verbänden vereinigt sind; häufig sind diese Fäden von zarten oder auch dickeren Scheiden umschlossen, die ihrerseits untereinander frei oder auch mit einander verwachsen oder verklebt sein können. Der Zellfaden (*Trichoma* bei Kützing und Rabenhorst, *Trichome* bei Bornet et Flahault, Thallusfaden bei Hansgirg) sammt der ihn umgebenden Scheide wird als Filament (Filum, Filament bei Bornet et Flahault) bezeichnet. Die Vermehrung erfolgt 1) durch frei werdende Fadenstücke, welche mit eigener kriechender Bewegung begabt sind, später zur Ruhe kommen und sogleich oder nach einer Ruhezeit weiter wachsen (Hormogonien, Keimfäden); 2) durch Dauerzellen, welche sich bei ihrer Keimung durch Teilungen des Inhaltes zu Hormogonien oder direct zu jungen Fäden entwickeln.

IIa. Psilonemateae.

Oscillatoriaceae

von

O. Kirchner.

Mit 18 Einzelbildern in 3 Figuren.

Gedruckt im Juni 1898.

Merkmale. Fäden einfach, unverzweigt, aus unter einander gleichen vegetativen Zellen zusammengesetzt, selten (*Spirulina*) einzellig, am Ende nicht in ein verdünntes Haar auslaufend, meistens von einer Scheide umgeben; Filamente einfach oder verzweigt, einen oder mehrere Fäden enthaltend. Die Fäden oder Filamente leben selten einzeln, sondern in der Regel durcheinander geflochten oder haut-, büschel- oder rasenartig mit einander verwachsen. Vermehrung durch Hormogonien; Dauerzellen fehlen.

Vegetationsorgane. Die Zellen der *O.* sind mit einer zarten Membran versehen, welche die gewöhnlichen Cellulose-Reaktionen nicht zeigt und in ihrer Zusammensetzung dem

Cutin der höheren Pflanzen nahe steht; das in ihnen enthaltene Phykochrom hat meistens eine blaugrüne, seltener eine violette oder bräunliche Färbung. Die Gestalt der Zellen ist in der Regel kurzcylindrisch bis scheibenförmig, seltener tonnenförmig angeschwollen, nur bei *Spirulina* lang cylindrisch und zugleich spiralig gewunden; die Endzelle des Fadens ist kuppelförmig abgerundet, kegelförmig zugespitzt oder mit einer köpfchenartigen Abschnürung versehen, aber niemals in ein Haar verlängert. Die Fäden sind meist gerade oder gebogen, bisweilen am Ende bogig oder schraubig gekrümmt, bei einigen Gattungen in ihrem ganzen Verlaufe gleichmäßig korkzieherförmig gedreht. Sehr häufig sind die Fäden im Inneren einer Scheide von verschiedener Dicke eingeschlossen und bilden dann mit dieser zusammen ein Filament; die Scheiden können farblos sein oder leichte, meist gelbliche, selten rote oder blaue Färbungen zeigen; bisweilen sind sie so zart, dass ihr Vorhandensein erst bei genauerer Untersuchung erkannt wird, in anderen Fällen, insbesondere bei denjenigen Arten, welche einer zeitweisen Austrocknung, intensiver Beleuchtung oder dem Wellenschlage ausgesetzt sind, erreicht ihre Wand eine Dicke, welche den Durchmesser des Fadens übertreffen kann. Dickere Scheiden zeigen häufig eine Schichtung, die sich im optischen Längsschnitte als parallele Längsstreifung der Wand darstellt; auch die zarteren Scheiden lassen eine ähnliche Schichtung erkennen, wenn man sie mit aufquellenden und färbenden Reagenzien behandelt. Die Wände der Scheiden sind oft von einer festen und zähen, häutigen Beschaffenheit, bei den Gattungen *Phormidium*, *Hydrocoleum* und *Microcoleus* aber von einer mehr schleimigen Consistenz, so dass sie unter einander leicht zusammenkleben. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach stehen die Scheiden der Cellulose nahe, lösen sich aber nicht in Kupferoxydammoniak; die gefärbten Scheiden sind cutinisiert. Das Fehlen oder Vorhandensein und im letzteren Falle die Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Scheiden werden bei den *O.* vorzugsweise zur Abgrenzung der Gattungen benutzt, obwohl die hierauf begründeten Merkmale öfters nicht streng durchgreifend sind. So unterscheidet sich z. B. die Gatt. *Oscillatoria* nur durch den Mangel der Scheiden von *Phormidium* und *Lyngbya*, und doch giebt es *Oscillatoria*-Arten, welche zeitweise zarte Scheiden bilden können; andererseits wäre es aber auch nicht empfehlenswert, die 3 großen und im ganzen gut charakterisierten Gattungen zu einer einzigen zusammenzuziehen, wie es u. a. Hansgirg thut. — Die Verzweigung der Filamente kommt in denjenigen Fällen, wo in einer Scheide mehrere Fäden enthalten sind, dadurch zu stande, dass Fäden oder Fädenbündel aus dem offenen Scheidenende teilweise hervortreten, sich auseinanderspreizen und besondere Scheiden ausbilden. Bei den Gattungen *Symploca* und *Lyngbya* rühren die Verzweigungen des Filamentes davon her, dass der Faden besonders an seiner Basis, im Wachstume gehindert wird, sich verbiegt und in zwei Stücke zerbricht, welche beim späteren Weiterwachsen die Scheide durchbrechen und aus ihr hervortreten.

Durch ihre Einfachheit im Baue der Fäden und Filamente kennzeichnen sich die *O.* als die niederste Familie unter den *Hormogoneae*.

Die **Vermehrung** erfolgt durch Hormogonien (Keimfäden), d. h. mehr- bis vielzellige Fadenstücke, welche aus den Scheiden hervorkriechen und im Wasser unter Drehung um ihre Längsachse sich fortbewegen, solange sie an anderen Gegenständen einen Stützpunkt finden, um nach einiger Zeit die Bewegung einzustellen, eine Scheide zu bilden und sich durch Zellteilungen zu verlängern. Die scheidenlosen Fäden von *Oscillatoria*, *Borzia*, *Spirulina* und *Arthrospira* befinden sich gleichsam dauernd in dem Hormogonien-Zustande und sind normal immer mit einer analogen Bewegungsfähigkeit versehen. Bei *Oscillatoria* und *Arthrospira* tritt auch nicht selten eine Vermehrung dadurch ein, dass zufällig einzelne Fadenzellen absterben, und der Faden an diesen Stellen in Stücke zerbricht, die selbständig weiterwachsen.

Dauerzellen fehlen den *O.* ausnahmslos; die Angaben von Macchiati (Nuovo Giorn. Bot. Ital. 1890 p. 45), wonach sich bei einer *Lyngbya*-Art, die er *L. Borziana* nennt, später aber (Boll. Soc. Bot. Ital. 1894, p. 296) mit *Phormidium Retzii* identificiert, ferner

bei *Phormidium antliarium*, *Ph. uncinatum* und *Microcoleus terrestris* Dauerzellen ausbildeten, stehen ganz vereinzelt da und konnten wenigstens hinsichtlich der erstgenannten Art von Gomont nicht bestätigt werden.

Auch die Angaben von Hansgirg über das Vorkommen einzelliger, unbeweglicher (Conidien-artiger) Vermehrungsorgane bei den *O.* bedürfen ebenso, wie diejenigen desselben Autors über einzellige (*Chroococcus*-ähnliche) Entwickelungszustände weiterer Bestätigung.

Lebensweise. Die Fäden oder Filamente der *O.* finden sich nur ausnahmsweise vereinzelt lebend, der Regel nach bilden sie in großer Anzahl vereinigt Lager von einer meist unbestimmten Gestalt. Nasse und zugleich der Luft zugängliche Örtlichkeiten sind für die Entwickelung der *O.* am günstigsten: beständig feuchte Felswände und Mauern, schattige Baumalleen, für marine Arten die Uferränder, für Süß- und Brackwasser-Arten seichte Wasserbehälter und überschwemmte Plätze. Auch heiße Quellen sind ihnen zugänglich, und manche Arten ertragen Temperaturen bis zu $+ 85^{\circ}$ C. Viele *O.* bevorzugen an organischen Verbindungen reiches Wasser, in dem sonst nur wenige grüne Algen und Wasserpilze, namentlich Spaltpilze gedeihen; in wie weit sie aber befähigt sind, organische Verbindungen zu ihrer Ernährung zu verwenden, darüber liegen noch keine genauen Versuche vor. — Gewisse Arten inkrustieren sich mit kohlensaurem Kalk, wenn sie in kohlensäurehaltigem Wasser wachsen, in dem solcher gelöst ist: sie entziehen durch ihre Assimilation dem Wasser die Kohlensäure, und der ausfallende kohlensaure Kalk schlägt sich auf und zwischen den gallertig-klebrigen Scheiden der Algen nieder. Die so entstehende Inkrustation, welche bald nur Hüllen um die einzelnen Filamente bildet, bald aber das ganze Lager steinartig verhärtet, kann so reichlich entwickelt sein, dass sie die organische Substanz der Algen um mehr als das Doppelte übertrifft, und im Laufe der Zeit unter allmählichem Absterben der älteren Algenschichten zur Bildung mächtiger Massen von Kalksinter führen kann (Travertin von Tivoli, Kalksinter von Bormio, Marmorterrassen der Mammuth Springs im Yellowstone-Park). Auch die gewaltigen Ablagerungen von Kieselsinter in den Geysirn des Yellowstone-Parkes geschehen in analoger Weise durch die Vermittelung von *O.*, besonders von *Phormidium laminosum.*

Einteilung der Familie.

A. Fäden nackt, d. h. nicht in Scheiden eingeschlossen.
 a. Fäden aus mehreren, meist aus zahlreichen Zellen zusammengesetzt.
  α. Fäden gerade oder gebogen, aber nicht spiralig gedreht.
   I. Fäden vielzellig.
    1°. Fäden einzeln lebend oder häutige Lager bildend, am Ende häufig gekrümmt **1. Oscillatoria.**
    2°. Fäden zu freischwimmenden Häufchen vereinigt, am Ende nie gekrümmt.
     a. Fäden parallel angeordnet, rot gefärbte Flöckchen bildend **2. Trichodesmium.**
     b. Fäden etwas gebogen, zu strohgelben, tauartig gedrehten Bündeln vereinigt **3. Xanthotrichum.**
     c. Fäden in rundliche, gelbe Häufchen vereinigt; vom Centrum ausstrahlend **4. Heliotrichum.**
   II. Fäden kurz, oblong, wenigzellig . . . . **5. Borzia.**
  β. Fäden regelmäßig spiralig gedreht . . . . **6. Arthrospira.**
 b. Fäden einzellig, spiralig gedreht . . . . **7. Spirulina.**
B. Fäden in Scheiden eingeschlossen.
 a. In jeder Scheide ein einziger Faden, Scheiden meist von gleichmäßiger Dicke.
  α. Scheiden aufgequollen, schleimig.
   I. Filamente zu häutigen Lagern miteinander verklebt; Fäden am Ende oft gekrümmt **8. Phormidium.**
   II. Filamente einzeln, anfangs endophytisch, später epiphytisch lebend **9. Proterendothrix.**
  β. Scheiden fest, häutig, nicht schleimig.

I. Scheiden farblos, selten gelblich.
1°. Filamente einzeln oder zu Rasen, Polstern oder Flocken vereinigt; Fäden am Ende nie gekrümmt . . . . **10. Lyngbya.**
2°. Filamente dünn, zu einem festen, häutigen Lager miteinander verwebt **11. Hypheothrix.**
3°. Filamente zu aufgerichteten oder niederliegenden Bündeln miteinander verwachsen . . . . **12. Symploca.**
II. Scheiden rot gefärbt . . . . **13. Porphyrosiphon.**
b. In einer (gut entwickelten) Scheide sind mehrere bis zahlreiche Fäden enthalten; Scheiden oft von ungleichmäßiger Dicke.
α. Die dicksten Filamente enthalten 2 bis mehrere Fäden.
I. Scheiden schleimig, farblos, miteinander verklebt; Endzelle des Fadens mit haubenförmig verdickter Membran; Pflanzen im Wasser lebend . **14. Hydrocoleum.**
II. Scheiden fest, nicht untereinander verklebt; Endzelle des Fadens nicht mit haubenförmig verdickter Membran.
1°. Fäden in der Scheide dicht beisammen liegend.
a. Scheiden farblos, selten schwach gefärbt.
aa. Filamente zu aufrechten, *Symploca*-ähnlichen Büscheln miteinander verwachsen . . . . **15. Symplocastrum.**
bb. Filamente zu pinselförmigen Büscheln oder Polstern vereinigt **16. Inactis.**
b. Scheiden verschiedenartig gefärbt.
aa. Filamente verzweigt, Scheiden an der Spitze geschlossen **17. Schizothrix.**
bb. Filamente unverzweigt, Scheiden am Ende offen **18. Polychlamydum.**
2°. Fäden in einer sehr weiten Scheide entfernt voneinander liegend **19. Dasygloea.**
β. Die Filamente enthalten zahlreiche Fäden.
I. Scheiden schleimig, miteinander verklebt . . . . **20. Microcoleus.**
II. Scheiden häutig, nicht untereinander verklebt . . . . . . **21. Sirocoleum.**

1. **Oscillatoria** Vaucher (*Oscillaria* Aut.; hierher auch *Plaxonema* Tangl.). Fäden frei lebend oder oder häutige Lager bildend, scheidenlos (selten im Alter mit sehr dünnen, schwer wahrnehmbaren Scheiden), gerade oder gebogen, selten am Ende schraubig gekrümmt, aus zahlreichen, kurz-cylindrischen Zellen zusammengesetzt, mit anders gestalteter Endzelle, meist mit lebhafter Kriechbewegung begabt.

Über 100 Arten, in süßem Wasser, Thermen, Salzwasser und auf feuchtem Boden, über die ganze Erde verbreitet.

Sect. I. *Prolificae* Gomont. Fadenende gerade, lang zugespitzt, mit stumpfer, später kopfiger Endzelle; Zellen $^1/_3$—1 mal so lang als dick: *O. rubescens* De Candolle, bildet eine rote Wasserblüte im Murtener und Baldegger See (Schweiz).

Sect. II. *Principes* Gomont. Fadenende nicht oder auf eine kurze Strecke verdünnt; Endzelle stumpf, Zellen $^1/_{10}$—$^1/_2$ mal so lang als dick: *O. princeps* Vaucher (Fig. 52 *A* 2), Fäden 25—50 μ dick, über die ganze Erde verbreitet; *O. sancta* Kützing, an Mauern in Warmhäusern und in Thermen; *O. limosa* C. A. Agardh (Fig. 52 *A* 1), sehr häufig in stehendem und langsam fließendem Wasser in Europa, Afrika und Nordamerika.

Sect. III. *Margaritiferae* Gomont. Fäden an den Querwänden schwach eingeschnürt, am Ende kaum verdünnt, mit stumpfer Endzelle; Zellen $^1/_7$—$^1/_3$ mal so lang als dick. — Im Meer- und Brackwasser: *O. Bonnemaisonii* Crouan, Fäden dick, locker spiralig gebogen; *O. miniata* Hauck, Fäden blass rotbraun. Im Brackwasser: *O. margaritifera* Kützing.

Sect. IV. *Aequales* Gomont. Fäden am Ende nicht verdünnt; Zellen $^1/_3$—2 mal so lang als dick; in süßem, seltener in Thermalwasser: *O. tenuis* C. A. Agardh, in stehendem Wasser überall häufig.

Sect. V. *Attenuatae* Gomont. Fäden am Ende deutlich verdünnt und gebogen; Zellen $^1/_3$—4 mal so lang als dick. — **A.** Endzelle kopfig: *O. splendida* Greville (Fig. 52 *A* 3), Fäden 2—3 μ dick; Zellen länger als dick; im Wasser und an feuchten Mauern verbreitet in Europa, Afrika, Amerika und Australien. — **B.** Endzelle nicht kopfig: *O. laetevirens* Crouan, an den Küsten des atlantischen Meeres in Europa; *O. animalis* C. A. Agardh in Thermen; *O. chalybea* Mertens, in süßem und salzigem Wasser weit verbreitet.

Sect. VI. *Terebriformes* Gomont. Fäden am Ende verdünnt und spiralig gedreht; Zellen $^1/_3$—$1^1/_2$ mal so lang als dick. *O. terebriformis* C. A. Agardh, Endzelle abgerundet, nicht kopfig, in den Karlsbader Quellen, in Schweden, Corsika und Hinterindien beobachtet.

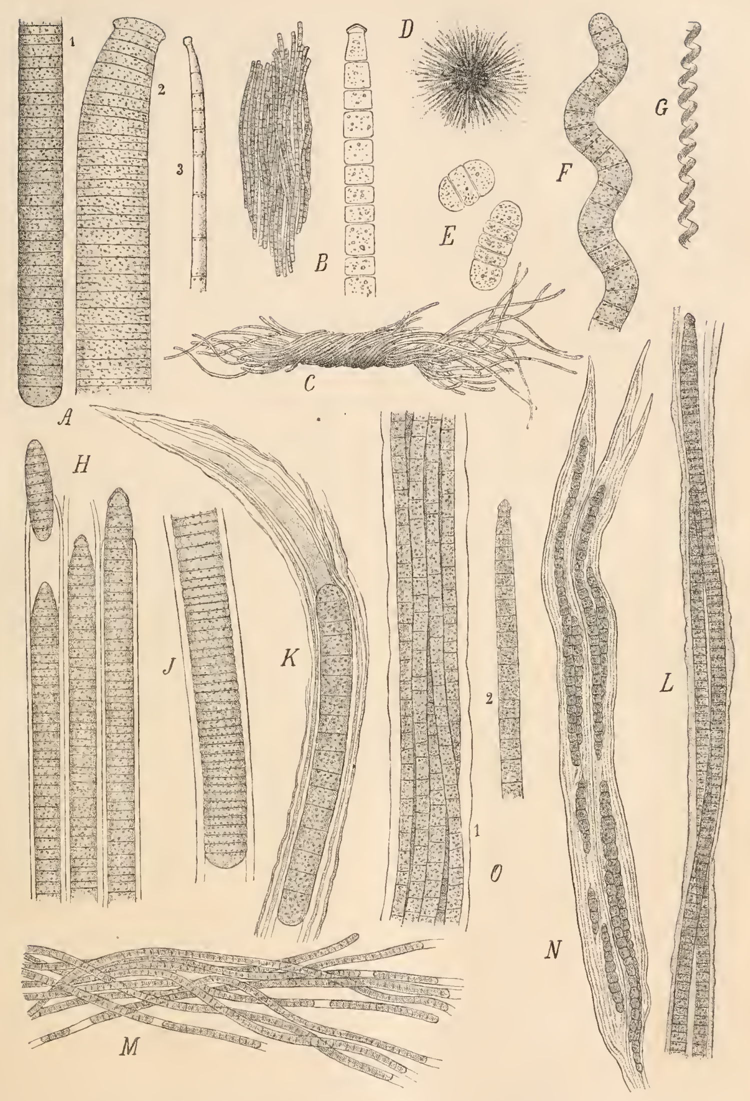


Fig. 52. *A* 1 *Oscillatoria limosa* Ag. (575/1). 2 *O. princeps* Vauch. (300/1). 3 *O. splendida* Grev. (595/1). — *B Trichodesmium erythraeum* Ehrb. (84/1 u. 595/1). — *C Xanthotrichum contortum* Wille (25/1). — *D Heliotrichum radians* Wille (20/1). — *E Borzia trilocularis* Cohn (900/1). — *F Arthrospira Jenneri* (Hass.) Stiz. (595/1). — *G Spirulina major* Kütz. (800/1). — *H Phormidium subfuscum* Kütz. (575/1). — *J Lyngbya aestuarii* Liebm. (575/1). — *K Porphyrosiphon Notarisii* Kütz. (390/1). — *L Hydrocoleum homoeotrichum* Kütz. (390/1). — *M Hypheothrix lateritia* Kütz. (575/1). — *N Schizothrix purpurascens* (Kütz.) Gom. (260/1). — *O Microcoleus vaginatus* (Vauch.) Gom. 260/1). 2 (595/1). (*A* 2, 3, *B*, *E*—*G*, *K*, *L*, *M* 2 nach Gomont, *C* u. *D* nach Schütt, das übrige Original.)

2. **Trichodesmium** Ehrenberg. Fäden wie bei *Oscillatoria*, scheidenlos, gerade, ohne Bewegung, durch dünnen Schleim parallel zu einander in flockenförmige, frei schwimmende Bündel von roter Farbe vereinigt; Endzelle abgestutzt-kegelförmig mit convexer Mütze.

3 Arten in den wärmeren Meeren in der Nähe der Küsten, bisweilen massenhaft erscheinend und als Seeblüte das Wasser färbend. *T. erythraeum* Ehrenberg (Fig. 52 *B*), Fäden an den Querwänden eingeschnürt, zu kaum 1 mm langen, purpurroten Flöckchen verbunden, im Roten Meere (dessen Färbung die Alge verursachen soll), im indischen, großen und atlantischen Ocean.

3. **Xanthotrichum** Wille. Fäden scheidenlos, vielzellig, schraubig gedreht, bewegungslos, zu kleinen, freischwimmenden Bündeln von strohgelber Farbe vereinigt.

1 Art, *X. contortum* Wille (Fig. 52 *C*), im Plankton des atlantischen Oceans allgemein und gleichmäßig verbreitet.

4. **Heliotrichum** Wille. Fäden scheidenlos, vielzellig, gerade, zu frei schwimmenden, kleinen, rundlichen Flocken von gelber Farbe vereinigt, in denen sie vom Centrum nach der Peripherie ausstrahlen.

1 Art, *H. radians* Wille (Fig. 52 *D*), im Plankton des atlantischen Oceans allgemein verbreitet, wie *Xanthotrichum*.

5. **Borzia** Cohn. Fäden von demselben Baue und mit derselben Bewegung wie bei *Oscillatoria*, aber kurz, oblong, aus wenigen Zellen bestehend.

1 Art, *B. trilocularis* Cohn (Fig. 52 *E*) im süßen Wasser bei Messina.

6. **Arthrospira** Stitzenberger (*Spirulina* Turpin z. Teil). Fäden scheidenlos, vielzellig, regelmäßig schraubig gedreht, mit lebhafter *Oscillatorien*-Bewegung, blaugrün oder rötlich, einzeln lebend oder zu häutigen Lagern verwoben.

5 Arten im Süßwasser und im Meere, in Europa und Amerika. *A. Jenneri* (Hassall) Stizenberger (Fig. 52 *F*), blaugrün. in Teichen u. ä. Europas und Amerikas; *A. miniata* (Hauck) Gomont, bräunlichrot, an den französischen, istrischen und dalmatinischen Küsten.

7. **Spirulina** Turpin (incl. *Glaucospira* Lagerheim). Fäden scheidenlos, aus einer einzigen, lang cylindrischen und schraubig gedrehten Zelle bestehend, mit lebhafter Kriechbewegung.

Ungefähr 15 Arten im süßen, brackischen und Meerwasser in Europa, Afrika, Amerika und Australien. — **A.** Spiralwindungen dicht aneinander liegend; meist Salzwasser-Bewohner: *S. versicolor* Cohn, Fäden purpurviolett, stellenweise blaugrün, in der Ostsee, dem adriatischen Meere und Neuguinea; *S. subsalsa* Oersted, Fäden blaugrün, mit unregelmäßigen Windungen, häufig an den Küsten des atlantischen Oceans. — **B.** Spiralwindungen locker: *S. Meneghiniana* Zanardini, im Salzwasser Europas; *S. major* Kützing (Fig. 52 *G*), in süßem und brackischem Wasser in Europa; *S. subtilissima* Kützing, in Thermen Europas und Afrikas; *S. Naegelii* (*Ophiothrix* N. Brügger), in den Thermen von Bormio.

8. **Phormidium** Kützing. Fäden vielzellig, gerade oder gebogen, einzeln in dünne, farblose, schleimige und miteinander verklebte Scheiden eingeschlossen; Filamente ein häutiges, der Unterlage aufliegendes, seltener flutendes Lager bildend.

Die Gattung verbindet die beiden Gattungen *Oscillatoria* und *Lyngbya* miteinander, ist aber durch die zu hautartigen Massen miteinander verklebten Filamente*) scharf genug charakterisiert.

Etwa 50 Arten in allen Weltteilen auf feuchtem Boden und im Süßwasser, seltener in salzigem Wasser.

Sect. I. *Moniliformia* Gomont. Fäden an den Querwänden deutlich eingeschnürt, am Ende weder gebogen, noch kopfförmig: *Ph. Spongeliae* (Schulze) Gomont, im Inneren des Schwammes *Spongelia pallescens* im adriatischen Meere; *Ph. persicinum* (Reinke) Gomont, mit dünnem, rosenrotem Lager, auf Muscheln in der Ostsee.

Sect. II. *Euphormidia* Gomont. Fäden an den Querwänden nicht oder kaum eingeschnürt. — **A.** Fäden weniger als 3 μ dick: *Ph. purpurascens* (Kützing) Gomont, bildet lederige Überzüge von braunvioletter Farbe an feuchten Felsen und in Thermen; *Ph. valderianum*

*) Bei Anwendung von Färbemitteln wird die schleimige, die Filamente verklebende Substanz deutlich.

Gomont, in Teichen, Quellen u. ä. bis 10 cm dicke, geschichtete, oben schmutziggrüne, innen entfärbte Überzüge bildend, in den Thermen von Valdieri (Italien) bei 25—55° C. wachsend, bei 30—46° in üppigster Entwickelung; ähnliche, aber dünnere ungeschichtete Häute bilden auch *Ph. tenue* (Meneghini) Gomont und *Ph. laminosum* (C. A. Agardh) Gomont, letzteres u. a. in den Geysirn des Yellowstone-Parkes bei 30—85° C., am vollkommensten bei 54—68° sich entwickelnd und an der Abscheidung von Kieselsinter vorzugsweise beteiligt. — **B.** Fäden mehr als 3 μ dick. **Ba.** Fadenende gerade, nicht kopfförmig: Stark mit kohlensaurem Kalk inkrustierte, deshalb harte und brüchige Lager besitzen *Ph. incrustatum* (Nägeli) Gomont, auf Steinen an Wasserfällen und Seeufern, und einige ähnliche Arten; nicht inkrustiert sind die in Bächen u. ä. weit verbreiteten *Ph. Corium* (C. A. Agardh) Gomont, Fäden gebogen, Endzelle stumpf kegelförmig, Zellen meist länger als dick, *Ph. papyraceum* (C. A. Agardh) Gomont wie vor. Art, aber die Zellen kürzer als dick, *Ph. Retzii* (C. A. Agardh) Gomont, Fäden 5—12 μ dick, mit abgestutzter Endzelle. **Bb.** Fadenende gerade, Endzelle kopfförmig abgeschnürt; die häufigste Art im Süßwasser *Ph. subfuscum* Kützing (Fig. 52 *H*). **Bc.** Fäden am Ende gekrümmt, mit kopfiger Endzelle: *Ph. uncinatum* (C. A. Agardh) Gomont, im Süßwasser sehr verbreitet; *Ph. autumnale* (C. A. Agardh) Gomont, auf feuchter Erde sehr häufig; beide Arten bilden schwarzgrüne oder schwarzblaue Häute.

9. **Proterendothrix** W. et G. S. West. Fäden vielzellig, einzeln in weiten, aufgequollenen, farblosen, außen unebenen Scheiden; Filamente kurz, einzeln oder zu wenigen beisammen, anfangs endophytisch, später epiphytisch auf Algen lebend.

1 Art, *P. scolecoidea* W. et G. S. West (Fig. 54 *A*.), in, später auf den Scheiden von *Porphyrosiphon Notarisii* in Angola.

10. **Lyngbya** C. A. Agardh. Fäden vielzellig, gerade oder gebogen, einzeln in festen häutigen, meist farblosen, seltener gelblichen Scheiden; Filamente in Rasen, Polstern oder Flocken wachsend.

Etwa 60 Arten im Meere und im Süßwasser aller Erdteile.

Sect. I. *Leibleinia* (Endlicher als Gatt.) Gomont. Filamente von ihrem mittleren, der Unterlage aufgewachsenen Teile aus aufsteigend, mit zarten, ungeschichteten Scheiden. Alle Arten im Meere, auf größeren Algen aufsitzend; am weitesten verbreitet *L. sordida* (Zanardini) Gomont.

Sect. II. *Eulyngbya* Gomont (eingeschränkt). Filamente vereinzelt oder zu Rasen oder hautartigen Schichten vereinigt, gerade oder gebogen, Scheiden im Alter oft dick und geschichtet; im Meere, im Süßwasser und in Thermen. — **A.** Im Salzwasser: *L. aestuarii* Liebmann (Fig. 52, *J*), Scheiden im Alter gelb-braun und geschichtet; *L. majuscula* Harvey, Scheiden farblos, außen runzelig, Filamente bis 60 μ dick, braune große Lager bildend; *L. confervoides* C. A. Agardh, Scheiden dick, geschichtet, runzelig, Filamente gerade, bis 25 μ dick; *L. semiplena* J. Agardh, Filamente gekrümmt, bis 12 μ dick; alle 4 Arten wohl an den Küsten der ganzen Erde verbreitet. — **B.** In Thermen: *L. major* Meneghini, Filamente gerade, 11—16 μ dick, zu schwarzgrünen Rasen vereinigt; *L. Martensiana* Meneghini, Filamente gebogen, 6—10 μ dick, blaugrüne Rasen bildend.

Sect. III. *Spirocoleus* Möbius (als Gatt.). Fäden frei lebend, teilweise oder im ganzen Verlaufe spiralig gedreht. — *L. Lagerheimii* (Möbius) Gomont, Fäden 2 μ dick, locker spiralig gewunden, im Brackwasser in Brasilien und Nordamerika; *L. contorta* Lemmermann, Fäden 1—1,5 μ dick, mit niedrigen, kreisförmigen Windungen, in brackischen Seen Holsteins und (vom Verf.) im Federsee in Oberschwaben aufgefunden.

Sect. IV. *Gyrosiphon* Hieronymus (Manuskr.). Fäden epiphytisch auf Fadenalgen lebend, diese spiralig umwindend. — *L. epiphytica* Hieronymus auf *Oedogonium* und *Tolypothrix* bei Berlin.

11. **Hypheothrix** Kützing (em.) Fäden vielzellig, dünn, einzeln (hin und wieder zu zwei oder mehreren) in einer farblosen Scheide eingeschlossen, Endzelle nicht mit verdickter Membran; Filamente meist wenig verzweigt, niederliegend und zu einem festen häutigen Lager miteinander verwebt; Scheiden nicht miteinander verklebt.

Der Umstand, dass bisweilen mehrere Fäden in derselben Scheide eingeschlossen sind, bewog Gomont, die von ihm genauer untersuchten Arten von *H.* in die Gattung *Schizothrix* zu stellen. Allein dieses Vorkommen mehrerer Fäden in einer Scheide ist selbst bei den von Gomont aufgezählten Arten selten, bei vielen Arten gar nicht nachgewiesen; deshalb ziehe ich es vor, die Gattung *H.* an *Lyngbya* anzuschließen und sie trotz ihrer nahen Verwandtschaft mit letzterer und mit *Phormidium* neben diesen selbständig aufzuführen, bis eine gründliche Bearbeitung der *H.*-Arten vorhanden ist.

Etwa 40 Arten im Süßwasser oder auf feuchtem Boden in Europa und Amerika. — **A.** Filamente kurz, wenig biegsam, dicht zusammengewirrt: *H. calcicola* (C. A. Agardh) Rabenhorst, Lager häutig, schwarz, nicht mit Kalk inkrustiert, an Mauern in Nord- und Mitteleuropa; *H. lateritia* Kützing (Fig. 52 *M.*), Lager krustig, mit kohlensaurem Kalk inkrustiert, grau oder blassrötlich, an Ufersteinen und feuchten Felsen, besonders in Gebirgsgegenden Europas. — **B.** Filamente lang, biegsam, leicht zu entwirren: *H. coriacea* Kützing, Lager inkrustiert, lederig, bis 1,5 cm dick, rötlich, an feuchten Felsen und Ufern in Mittel- und Südeuropa; *H. lardacea* (Cesati) Rabenhorst, Lager nicht inkrustiert, bis 3 cm dick, olivengrünlich oder rötlich, an feuchten Felsen und Mauern in Mittel- und Südeuropa und Nordamerika.

12. **Symploca** Kützing (incl. *Symphyothrix* Kützing). Fäden einzeln in einer farblosen dünnen Scheide, vielzellig; Filamente von niederliegender Basis aus aufsteigend und zu aufgerichteten oder auch niederliegenden Bündeln mit einander verwachsen.

Etwa 20 Arten, meist auf feuchtem Boden, doch auch im süßen und salzigen Wasser, in allen Erdteilen. *S. hydnoides* Kützing, an den Küsten des atlantischen und großen Oceans sehr verbreitet; *S. muscorum* (C. A. Agardh) Gomont, auf feuchtem Boden in Europa, Afrika und Amerika; *S. Meneghiniana* Kützing, Fäden 3—4,5 μ dick, und *S. thermalis* (Kützing) Gomont, Fäden 1,2—2 μ dick, in Thermen.

13. **Porphyrosiphon** Kützing. Fäden vielzellig, einzeln in einer rot gefärbten, dicken und deutlichen Scheide eingeschlossen; Filamente zu polsterförmigen Lagern vereinigt.

2 Arten: *P. Notarisii* Kützing (Fig. 52 *K.*), auf feuchtem Boden und an Baumstämmen in Italien, Abessinien, Kamerun, Angola, Indien, Nord- und Südamerika; *P. Kaernbachii* (Hennings) De Toni, in Neuguinea.

14. **Hydrocoleum** Kützing. Fäden aus zahlreichen kurzen Zellen bestehend, mit einer Endzelle, deren Membran am Scheitel haubenartig verdickt ist, zu mehreren in farblosen, schleimigen und miteinander verklebten Scheiden*) eingeschlossen; Filamente zu verschieden gestalteten Lagern vereinigt.

Etwa 15 Arten im Meere und im Süßwasser, auf der ganzen Erde verbreitet. — **A.** Marine Arten; am häufigsten die grünlich gefärbten *H. lyngbyaceum* Kützing, mit verzweigten Filamenten und 9—11 μ dicken Fäden, und *H. glutinosum* (C. A. Agardh) Gomont, mit 17—19 μ dicken Fäden. — **B.** Süßwasser-Arten: *H. oligotrichum* A. Braun, Lager mit kohlensaurem Kalk inkrustiert, an Wasserfällen in der Schweiz; *H. homoeotrichum* Kützing (Fig. 52 *L*), Lager nicht inkrustiert, Fäden 6—8 μ dick, in Bächen und Wasserfällen in Frankreich und Österreich.

15. **Symplocastrum** (Gomont als Section von *Schizothrix*). Fäden vielzellig, zu mehreren in einer farblosen Scheide eingeschlossen, Endzelle nicht mit verdickter Membran; Filamente von einer niederliegenden, gebogenen Basis aus aufsteigend und zu aufrechten Büscheln dicht verwachsen (wie bei *Symploca*).

4 Arten auf feuchtem Boden oder an Mauern in Europa, Afrika, Amerika, Mauritius und Neuseeland. *S. Friesii* (C. A. Agardh) Kirch. (Fig. 53 *A*), bildet schwärzliche oder dunkelgrünliche, aus ca. 3 cm hohen Büscheln zusammengesetzte Lager auf feuchtem Boden.

16. **Inactis** Kützing em. Thuret (incl. *Inomeria* Kützing). Fäden wenigstens teilweise zu mehreren in einer farblosen, seltener schwach gefärbten Scheide eingeschlossen, Endzelle nicht mit verdickter Membran; Filamente einfach oder verzweigt, zu rasigen Flocken oder Büscheln vereinigt, welche oft seitlich mit einander verfließen und geschichtete, häufig mit kohlensaurem Kalk inkrustierte Polster bilden.

Etwa 15 Arten im Süßwasser Europas, Asiens und Amerikas, meist in Bächen, an Seeufern und Wasserfällen. — **A.** Filamente sehr dünn, aufrecht, zu Polstern oder Krusten vereinigt, meist stark inkrustiert: *J. pulvinata* Kützing, Filamente meist unverzweigt, und *J. fasciculata* Grunow (Fig. 53 *B*), Filamente reichlich verzweigt, bilden harte, krustige Überzüge auf Steinen und Holzwerk in bewegtem Wasser, in Europa und Nordamerika. — **B.** Filamente pinselförmig gebüschelt, im Wasser flutend: *J. tinctoria* (C. A. Agardh) Thuret, Filamente lang, Fäden 1,5—2,5 μ dick, an Wasserpflanzen in Gebirgsbächen Europas; *J. peni-*

*) Die Scheiden treten beim Färben mit Safraninlösung deutlich hervor.

cillata (Kützing), Fäden 2,5—5 μ dick, auf Steinen in Bächen, in Frankreich, Italien, Brasilien und Neuseeland beobachtet.

17. **Schizothrix** (Kützing) Gomont eingeschr. (Section *Chromosiphon*, incl. *Schizodictyon* Kützing.). Fäden zu mehreren in Scheiden eingeschlossen, welche nur anfangs farblos, später aber deutlich gefärbt sind und am Ende in eine geschlossene Spitze auslaufen; Endzelle des Fadens nicht mit verdickter Membran; Filamente verzweigt, entweder zu aufgerichteten (*Symploca*-artigen) Büscheln mit einander verwachsen oder Polster bildend oder frei schwimmend.

Etwa 12 Arten, welche meist auf feuchtem Boden, seltener im Wasser, über die ganze Erde zerstreut vorkommen. *S. purpurascens* (Kützing) Gomont (Fig. 52 *N*), Scheiden rot oder orangerot, in Schlesien, Frankreich, Südamerika und Neuseeland; *S. Mülleri* Nägeli, Scheiden goldgelb, in Europa und Nordamerika; *S. Heufleri* Grunow, Scheiden blau, zerfasert, in Tirol; *S. Braunii* Gomont, Scheiden dunkelblau, nicht zerfasert, im Schwarzwald.

18. **Polychlamydum** W. et G. S. West. Fäden einzeln oder seltener zu 2—3 in einer offenen dicken Scheide eingeschlossen, deren innere Schichten fest und gefärbt sind, während die äußeren farblos und verquollen sind; Fadenende gerade; Filamente gebogen, unverzweigt; Zellen kurz-cylindrisch.

1 Art, *P. insigne* W. et G. S. West (Fig. 54 *B*), an *Nitella* und *Najas* in Seen Angolas.

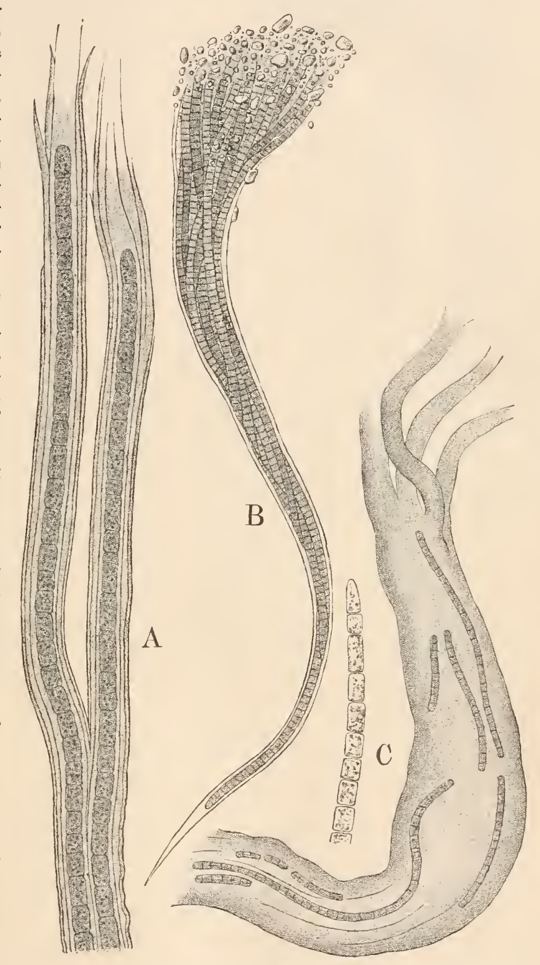


Fig. 53. *A Symplocastrum Friesii* (Ag.) Kirch. (595/1). — *B Inactis fasciculata* Grun. (595/1). — *C Dasygloea amorpha* Berk. (96/1 u. 595/1). (Nach Gomont.)

19. **Dasygloea** Thwaites. Fäden zu wenigen in einer sehr weiten, farblosen oder wenig gefärbten Scheide eingeschlossen, in der sie entfernt voneinander liegen; Endzelle nicht mit verdickter Membran.

1 Art, *D. amorpha* Berkeley (Fig. 53 *C*), in Sümpfen Englands.

20. **Microcoleus** Desmazières (*Vaginaria* Gray, *Chthonoblastus* Kützing). Fäden meist aus langen Zellen bestehend, am Ende verdünnt (wenigstens bei gut entwickelten Exemplaren), in großer Anzahl und eng beisammen liegend, in farblosen ungeschichteten, schleimigen, mit einander verklebten Scheiden*) eingeschlossen.

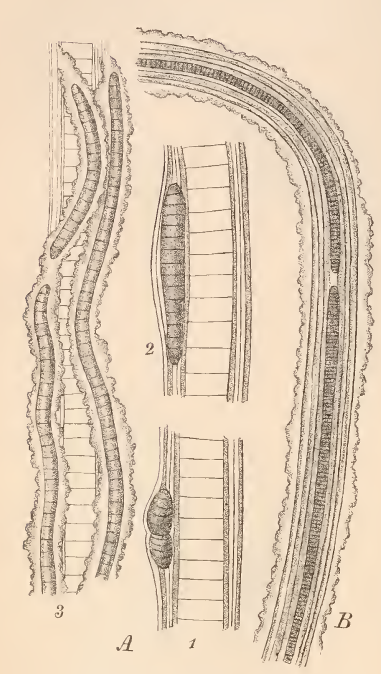


Fig. 54. *A Proterendothrix scolecoidea* West, 1 u. 2 junge, 3 ausgewachsene Fäden (520/1). — *B Polychlamydum insigne* West (120/1). (Nach West.)

Etwa 20 Arten im Meere und Süßwasser, weniger auf feuchter Erde, allgemein verbreitet. — **A.** Marin: *M. chthonoplastes* (Flora Danica) Thuret, Fäden 2,5—6 μ dick, an den Querwänden eingeschnürt, wohl in allen Erdteilen. — **B.** Im Süßwasser: *M. paludosus* (Kützing) Gomont, Fäden 5—7 μ dick, cylindrisch, in Europa und Nordafrika; *M. lacustris* (Rabenhorst) Farlow, Fäden 4—5 μ dick, an den Querwänden stark eingeschnürt, in Deutschland und Nordamerika; *M. subtorulosus* (Brébisson) Gomont, Fäden 6—10 μ dick, an den Querwänden stark eingeschnürt, in Schweden, Schottland und Nordfrankreich. — **C.** Auf feuchtem Boden: *M. vaginatus* (Vaucher) Gomont (Fig. 52 *O*), allgemein verbreitet.

21. **Sirocoleum** Kützing. Fäden in großer Anzahl in farblose, häutige, nicht miteinander verklebte, ungeschichtete Scheiden eingeschlossen; Filamente verzweigt, zu rasenförmigen Lagern vereinigt.

5 Arten in tropischen Meeren; am häufigsten *S. guyanense* Kützing, Fäden 4—5,5 μ dick, an den Querwänden eingeschnürt, an den Küsten des südlichen atlantischen Oceans.

*) Durch Färben mit Safraninlösung werden die Scheiden deutlich.

Nostocaceae

von

O. Kirchner.

Mit 18 Einzelbildern in 2 Figuren.

Gedruckt im Juni 1898.

Merkmale. Fäden einfach, unverzweigt, in der Regel ohne Gegensatz von Basis und Spitze, am Ende nicht in ein Haar auslaufend, aus gleichartigen vegetativen Zellen gebildet, zwischen denen sich teilungsunfähige, inhaltsarme Zellen (Grenzzellen) in der Regel vorfinden, und die sich teilweise zu Dauerzellen umbilden können. Die Fäden sind nackt oder von einer schleimigen, gallertigen oder häutigen Scheide umschlossen, in einer Scheide einzeln oder zu mehreren liegend. Die Fäden oder Filamente leben einzeln oder in schleimigen, oder gallertigen, oft bestimmt geformten Lagern. Vermehrung durch Hormogonien und durch Dauerzellen.

Vegetationsorgane. Die vegetativen Zellen des Fadens sind untereinander gleichartig und gleichwertig; nur die Endzelle unterscheidet sich oft durch eine kegelförmige

Gestalt von den übrigen Fadenzellen, welche sehr häufig eine kugelige oder tonnenförmige, selten eine cylindrische Gestalt besitzen. Das in den vegetativen Zellen enthaltene Phykochrom zeigt fast ausnahmslos eine blaugrüne Färbung. Die häufig rosenkranzförmigen Fäden sind gerade oder gebogen, in ihrem ganzen Verlaufe gleich dick oder nach den Enden hin etwas verdünnt.

Von den vegetativen Zellen unterscheiden sich die Grenzzellen (Heterocysten) durch ihren spärlichen, aus durchsichtigem Zellsafte bestehenden Inhalt, ihre dickere Membran, hellgrüne oder lebhaft gelbe Färbung und oft auch bedeutendere Größe; an derjenigen Wand, mit welcher sie an eine Nachbarzelle angrenzen, tragen sie innen eine knopfartig vorspringende Verdickung. Sie befinden sich bald an den Enden des Fadens (terminal, vgl. Fig. 56 *F*, *H*), bald im Verlaufe desselben (intercalar, vgl. Fig. 56 *B*, *C*), und dienen dazu, da sie teilungsunfähig sind, das im übrigen unbegrenzte Wachstum eines Fadens stellenweise zu unterbrechen und zu begrenzen.

Die Scheiden, welche von den Fäden abgesondert werden, sind meistens gelatinös und aufgequollen, oft in Schleim zerfließend und untereinander verklebt, seltener (bei den *Aulosireae*) sind sie häutig und röhrenförmig; ihre Färbung wechselt von wasserhell bis gelblich oder olivenfarbig. Bei *Isocystis* stellen sie nur einen dünnen, schleimigen Überzug der Fäden dar und sind auch bei anderen Gattungen oft erst durch Färbemittel sichtbar zu machen.

Vermehrung. Bei den scheidenlosen oder mit dünnen schleimigen Scheiden versehenen *N.* bilden sich die Hormogonien durch Zerbrechen der Fäden, nachdem diese eine gewisse Länge erreicht haben; alsdann gleiten die Bruchstücke aneinander vorüber, so dass hierdurch der Thallus an Ausdehnung und Dicke zunimmt. Bei der Gatt. *Nostoc* (vgl. Fig. 55) löst sich zur Zeit der Hormogonien-Bildung der ganze Thallus auf, die Scheiden zerfließen in Schleim, und die Hormogonien zerstreuen sich. Sie verlieren nach einiger Zeit ihre Bewegung, umkleiden sich mit einer zarten Gallertscheide, und in deren Innerem verlängert sich der Faden, um später in Teilstücke zu zerfallen und auf diese Weise das Wachstum der Familien zu veranlassen.

Die Dauerzellen (vgl. Fig. 55 *A*, *B*, Fig. 56 *A*, *D*—*F*), welche Austrocknung und Kälte zu überstehen vermögen, bilden sich aus vegetativen Zellen und zeigen Unterschiede in Bezug auf ihre Lage im Faden, Größe und Struktur, welche von großer Bedeutung für systematische Zecke sind. Ihre Gestalt wechselt von kugeliger oder länglicher bis zur cylindrischen, ihre Färbung ist häufig bräunlich, ihr Inhalt durch angehäufte Reservestoffe dicht und körnig, ihre Membran doppelt: ein dickeres Exospor und ein zartes Endospor. Bei der Keimung wachsen die Dauerzellen unter Zerreißen des Exospors und Verschleimen des Endospors zu einem jungen Faden aus (Fig. 55 *C*, *D*, Fig. 56 *C*). Die Ausbildung der Dauerzellen nimmt entweder in der Mitte zwischen zwei Grenzzellen ihren Anfang, um beiderseits nach diesen hin fortzuschreiten (centrifugal), oder sie beginnt in unmittelbarer Nachbarschaft der Grenzzellen und geht dann auf die weiter entfernten vegetativen Zellen über (centripetal).

Vorkommen. Die meisten *N.* leben auf feuchtem Boden oder zwischen Moosen, viele in stehendem Süßwasser, einige in schnell fließenden Bächen, manche auch im Salz- oder Brackwasser. — Einige *Nostoc*- und *Anabaena*-Arten wachsen endophytisch in den Geweben höherer Pflanzen, wie *Azolla*, *Cycas*, *Lemna*, *Gunnera*, und auch verschiedener Lebermoose und *Sphagnum*-Arten. Als Flechtengonidien finden sich *Nostoc*-Arten häufig, insbesondere bei den Gattungen *Pannaria*, *Peltigera*, *Nephromium*, *Stictina* und bei den *Collemaceen*.

Nutzpflanzen. Als Nahrungsmittel werden verschiedene *Nostoc*-Arten verwendet, so *N. commune* in Ecuador, Bolivia und Java, *N. edule* Berkeley et Montagne in China, *N. ellipsosporum* und wahrscheinlich auch andere Arten in Ecuador.

Einteilung der Familie.

A. Fäden ohne Grenzzellen . . . . I. Isocystideae. 1. Isocystis.

B. Fäden (im entwickelten Zustande) mit Grenzzellen.

a. Fäden scheidenlos oder mit verquellenden, zerfließenden oder undeutlichen Scheiden **II. Anabaeneae.**
α. Lager gallertig, von bestimmter Form.
I. Lager von mannigfacher Gestalt, außen von einer festeren Hautschicht umgeben. **2. Nostoc.**
II. Lager röhrenförmig, ohne festere Außenschicht . . . . **3. Wollea.**
β. Fäden einzeln oder zu formlosen schleimigen Massen oder kleinen Flöckchen vereinigt.
I. Grenz- und Dauerzellen intercalar.
1°. Vegetative Zellen kurz, scheibenförmig . . . . **4. Nodularia.**
2°. Vegetative Zellen so lang oder länger als dick.
a. Fäden einzeln oder zu formlosen Massen vereinigt . . . **5. Anabaena.**
b. Fäden zu kleinen schüppchenförmigen Flocken vereinigt. **6. Aphanizomenon.**
II. Grenzzellen terminal . . . . **7. Cylindrospermum.**
b. Fäden in deutliche häutige Scheiden eingeschlossen . . . . . **III. Aulosireae.**
α. Fäden immer einzeln in einer Scheide.
I. Grenzzellen intercalar . . . . **8. Aulosira.**
II. Grenzzellen terminal und intercalar . . . . **9. Microchaete.**
β. Fäden, wenigstens teilweise, zu mehreren in einer Scheide.
I. Fäden zu häutigen oder fadenförmigen Lagern verwachsen. **10. Hormothamnion.**
II. Fäden büschelige Rasen bildend . . . . **11. Desmonema.**

I. Isocystideae.

1. **Isocystis** Borzì. Fäden einzeln oder zu einem kleinen Lager von unbestimmter Gestalt vereinigt, sehr dünn, gegen die Enden etwas verdünnt, aus elliptischen, kugeligen oder etwas eckig gedrückten Zellen bestehend, ohne Grenzzellen, mit kugeligen oder ovalen, bräunlichen oder bläulichen Dauerzellen.

4 Arten im Süßwasser Europas. — **A.** Fäden parallel mit einander verklebt, Dauerzellen gelbbraun, mit rauhem Exospor: *J. messanensis* Borzì (Fig. 56 *A*), an feuchten Mauern bei Messina. — **B.** Fäden einzeln oder unregelmäßig aneinander hängend: *J. infusionum* (Kützing) Borzì, in Teichen u. ä. verbreitet.

II. Anabaeneae.

2. **Nostoc** Vaucher. Lager gallertig, lederig oder schleimig, anfangs kugelig oder oblong, später von verschiedenartiger Gestalt, solid oder hohl, frei oder festsitzend, von einer dichteren und dunkler gefärbten Hautschicht umgeben; Fäden gekrümmt und durch einander gewirrt; Scheiden bald deutlich abgegrenzt, dick und gallertig, bald undeutlich und miteinander zusammenfließend; Zellen kugelig-zusammengedrückt, tonnenförmig oder cylindrisch; Grenzzellen intercalar und (an jungen Exemplaren) terminal; Dauerzellen kugelig oder oblong, reihenweise im Verlaufe des Fadens entstehend.

Etwa 60 Arten im süßen Wasser und auf feuchtem Boden, selten im Brackwasser, über die ganze Erde verbreitet.

Sect. I. *Cuticularia* Bornet et Flahault. Im Wasser lebende, festsitzende Arten; Lager am Rande wachsende Flecken bildend; Fäden eng verwoben: *N. cuticulare* (Brébisson) Bornet et Flahault, Dauerzellen kugelig, 8—10 μ dick, auf Blättern von Wasserpflanzen in Mitteleuropa und auf den Sandwichs-Inseln.

Sect. II. *Amorpha* Bornet et Flahault. Im Wasser; Lager mikroskopisch klein; Fäden sehr dicht verwirrt: *N. punctiforme* (Kützing) Hariot (*N. Hederulae* Meneghini), in Europa, Afrika, Ostasien, Amerika und Australien beobachtet; lebt auch endophytisch in den Schleimgängen und Intercellularen des Stammes aller *Gunnera*-Arten und in den Wurzeln der *Cycadeen*.

Sect. III. *Paludosa* Bornet et Flahault. Im Wasser; Lager sehr klein, punktförmig; Fäden mit deutlichen Scheiden: *N. paludosum* Kützing (Fig. 55, *A—F*), Dauerzellen oblong, ca. 4 μ dick, in stehenden Gewässern Europas und Javas, Melanesien.

Sect. IV. *Intricata* Bornet et Flahault. Lager größer, gallertig, anfangs kugelig, später zerrissen und unregelmäßig ausgebreitet; im Wasser. — **A.** Fäden dicht gedrängt, eng durcheinander geflochten: *N. Linckia* (Roth) Bornet in Europa, Amerika, auf Java und den Sandwichs-Inseln. — **B.** Fäden locker verschlungen, leicht gekrümmt: *N. piscinale* Kützing, Dauerzellen oblong, in Europa, Brasilien und Grönland; *N. carneum* C. A. Agardh, Dauerzellen oblong, Lager weich und schlüpfrig, grünlich oder rötlich, in Europa und Südamerika; *N. spongiaeforme* C. A. Agardh, Dauerzellen oblong, Lager gallertig, hell bläulich oder rötlich, in Europa und Amerika.



Sect. V. *Humifusa* Bornet et Flahault. Lager gallertig, anfangs kugelig, dann flach, zusammenfließend; auf feuchtem Boden, zwischen Moosen. — **A.** Zellen cylindrisch: *N. ellipsosporum* Rabenhorst, Dauerzellen oblong, 14—19 μ lang, glatt, in Europa, Amerika und Melanesien. — **B.** Zellen oval oder kugelig: *N. muscorum* C. A. Agardh, Fäden 3,5—5 μ dick, Dauerzellen

Fig. 55. *A—F Nostoc paludosum* Kütz. *A* Faden mit Dauerzellen, *B* Dauerzellen, *C, D* Keimung und weitere Entwickelung der Dauerzellen, *E* junge, *F* entwickelte Fäden (490/1). — *G—J Nostoc sphaericum* Vauch. *G* Lager in natürl. Größe. *H* Teil eines Durchschnittes durch das Lager (150/1). *J* junge und heranwachsende Familien (330/1). (*A—F* nach Janczewski, *G—J* nach Thuret.)

oval, 4—8 μ dick, in Europa, Westafrika und Nordamerika; *N. humifusum* Carmichael, Fäden 2,2 μ dick, Dauerzellen oval, 4 μ dick, in Nord- und Mitteleuropa und Westindien.

Sect. VI. *Communia* Bornet et Flahault. Lager nicht festgewachsen, anfangs kugelig, später unregelmäßig häutig; meist auf feuchtem Boden: *N. commune* Vaucher, Lager faltighäutig, oft ansehnlich, an feuchten Plätzen auf der ganzen Erde häufig; *N. sphaericum*

Vaucher (Fig. 55, *G—J*), Lager zuletzt lappig, in Europa, Amerika und auf den Sandwichs-Inseln; findet sich auch endophytisch in den Atemhöhlen von *Anthoceros*, *Dendroceros* und *Chamaeceros*, zwischen den Zellen von *Blasia*, *Pellia*, *Diplolaena*, *Aneura*, *Riccia*, *Sauteria* und in den durchlöcherten Zellen von *Sphagnum acutifolium*.

Sect. VII. *Pruniformia* Bornet et Flahault. Lager kugelig, mit fester Hautschicht. An feuchten Felsen und zwischen Moosen *N. microscopicum* Carmichael, mit ovalen Dauerzellen, in Europa und Nordamerika. In ruhigem Wasser: *N. caeruleum* Lyngbye, Lager erbsengroß, bläulich, in Europa, Amerika und Australien; *N. pruniforme* C. A. Agardh, Lager eigroß, blaugrün oder bräunlich, in Europa, Asien und Amerika.

Sect. VIII. *Verrucosa* Bornet et Flahault. Lager festsitzend, kugelig oder knollig, mit fester Hautschicht, später inwendig hohl; im Wasser: *N. verrucosum* Vaucher, Fäden cylindrisch, an der Oberfläche des Lagers dicht verflochten; überall häufig.

Sect. IX. *Zetterstedtiana* Bornet et Flahault. Lager kugelig, hart, leicht in radiale Läppchen zerfallend: *N. Zetterstedtii* Areschoug, frei schwimmend in Seen Schwedens.

3. **Wollea** Bornet et Flahault. Lager hohlcylindrisch, weich; Fäden gerade oder leicht gebogen, ziemlich parallel gelagert, mit zusammenfließenden Scheiden, intercalaren Grenzzellen und kettenförmig gereihten, den Grenzzellen benachbarten oder von ihnen getrennten Dauerzellen.

1 Art, *W. saccata* (Wolle) Bornet et Flahault (Fig. 56 *B*), in stehendem Süßwasser in Nordamerika.

4. **Nodularia** Mertens (incl. *Spermosira* Kützing.) Fäden von einer dünnen, oft verschwindenden Scheide umgeben, aus kurzen, scheibenförmigen vegetativen Zellen zusammengesetzt, frei lebend oder zu einem Lager von unbestimmter Form vereinigt; Grenzzellen zusammengedrückt, intercalar; Dauerzellen ungefähr kugelig, gereiht, nicht an Grenzzellen anstoßend, mit glattem Exospor.

8 Arten über die ganze Erde zerstreut. Im Meere *N. Harveyana* (Thwaites) Thuret (Fig. 56 *C*), mit 4—6 μ dicken Fäden; *N. spumigena* Mertens, mit 8—12 μ dicken Fäden, u. a. In brackischem und süßem Wasser: *N. major* (Kützing) mit 12—18 μ dicken Fäden. An alten Baumstämmen in deren ausgeflossenem Safte: *N. turicensis* (Cramer) Hansgirg; die beiden letzten in Mitteleuropa.

5. **Anabaena** Bory. Fäden nackt oder von einer leicht zerfließenden Gallerthülle umschlossen, einzeln oder zu schleimigen Massen vereinigt; vegetative Zellen so lang oder etwas länger als dick; Grenzzellen intercalar; Dauerzellen von unbestimmter Lage, einzeln oder gereiht.

Etwa 40 Arten im süßen und salzigen Wasser auf der ganzen Erde.

Sect. I. *Trichormus* (Rabenhorst) Bornet et Flahault. Dauerzellen oval oder kugelig: *A. variabilis* Kützing, Fäden verschiedenartig gekrümmt, Dauerzellen eiförmig, gereiht, von den Grenzzellen entfernt, mit glattem Exospor; in stehendem, süßem und brackischem Wasser in Europa, Asien und Amerika. Hierher wohl auch *A. Azollae* Strasburger, endophytisch in den Blättern aller *Azolla*-Arten in Amerika, Asien, Afrika und Australien.

Sect. II. *Dolichospermum* (Ralfs) Bornet et Flahault. Dauerzellen cylindrisch, von unbestimmter Lage. — **A.** Fäden und Dauerzellen gekrümmt: *A. flos aquae* Brébisson (Fig. 56 *D*), vegetative Zellen 4—8 μ, Dauerzellen 7—13 μ dick, und *A. circinalis* (Harvey) Rabenhorst, vegetative Zellen 8—10 μ, Dauerzellen 16—18 μ dick, enthalten Gasvakuolen in ihren Zellen und bilden in Süßwasserseen und Teichen Europas und Nordamerikas Wasserblüten und einen häufigen Bestandteil des Planktons. — **B.** Fäden und Dauerzellen gerade: *A. catenula* (Kützing) Bornet et Flahault, vegetative Zellen tonnenförmig, in Gräben und Teichen Europas; *A. Felisii* (Meneghini) Bornet et Flahault, vegetative Zellen cylindrisch, in Oberitalien.

Sect. III. *Sphaerozyga* (C. A. Agardh) Bornet et Flahault. Dauerzellen cylindrisch, zu beiden Seiten einer Grenzzelle einzeln oder gereiht: *A. oscillarioides* Bory, Endzelle des Fadens stumpf, Dauerzellen genau cylindrisch, im Süßwasser in Europa und Nordamerika; *A. torulosa* (Carmichael) Lagerheim, Endzelle des Fadens spitz kegelförmig, Dauerzellen in der Mitte leicht eingeschnürt, in salzigem Wasser Europas und Nordamerikas.

6. **Aphanizomenon** Morren (*Limnochlide* Kützing). Fäden scheidenlos, gerade, nach den Enden etwas verdünnt, zu kleinen, schüppchenförmigen, freischwimmenden Flocken vereinigt; Dauerzellen cylindrisch, einzeln, an die intercalaren Grenzzellen nicht anstoßend, mit glattem Exospor.

1 Art, *A. flos aquae* (L.) Ralfs (Fig. 56 *E*), in Teichen etc. Europas, Nordasiens und

Nordamerikas schwimmend und bisweilen eine Wasserblüte bildend, mit Gasvakuolen in den Zellen.

7. **Cylindrospermum** Kützing. Fäden scheidenlos, kurz, durch ausgeschiedenen Schleim zu einem ausgebreiteten Laer von unbestimmter Form zusammengehalten; vege-

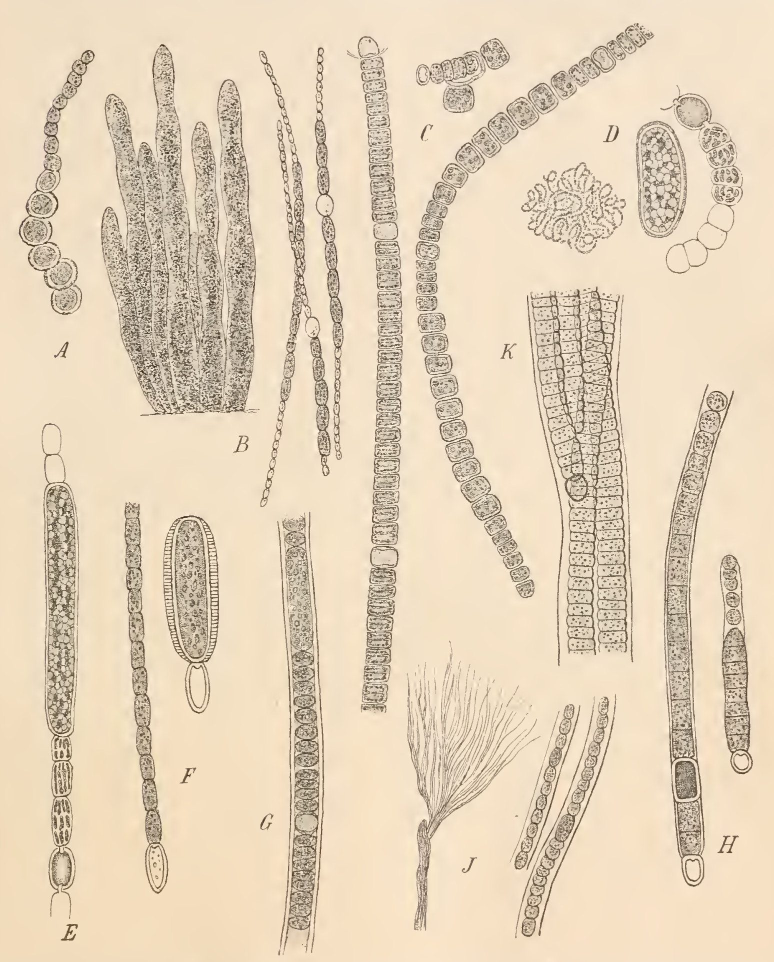


Fig. 56. *A Isocystis messanensis* Bzì. (350/1). — *B Wollea saccata* B. et Fl. (Natürl. Gr. und 250/1). — *C Nodularia Harveyana* Thur. (650/1). — *D Anabaena Flos aquae* Bréb. 1 Familie (115/1), 2 Dauerzelle, 3 Fadenstück (824/1). — *E Aphanizomenon flos aquae* Ralfs (824/1). — *F Cylindrospermum stagnale* B. et Fl. (600/1). — *G Aulosira laxa* Kirch. (600/1). — *H Microchaete Goeppertiana* Kirch. (600/1). — *J Hormothamnion enteromorphoides* Grun. (1/1 u. 400/1). — *K Desmonema Wrangelii* Bzì. (270/1). (*A* und *K* nach Borzì, *B* nach Wolle, *C* nach Bornet, *D* u. *E* nach Klebahn, *J* nach Grunow, *G* nach Kirchner, *F* und *H* Original.)

tative Zellen cylindrisch, länger als dick; Grenzzellen terminal; Dauerzellen meist einzeln neben der Grenzzelle.

Etwa 10 Arten in stehendem Süßwasser und auf feuchtem Boden in Europa, Asien und Amerika. — **A.** Dauerzellen einzeln: *C. stagnale* (Kützing) Bornet et Flahault (Fig. 56 *F*). Dauerzellen cylindrisch, an beiden Enden abgerundet, in Europa, Asien und Mittelamerika; *C. majus* Kützing, Dauerzellen elliptisch, mit rauhem Exospor, in Europa und Amerika; *C. licheniforme* Kützing, Dauerzellen elliptisch, abgestutzt, mit glattem, rotbraunem Exospor, in Europa und Südamerika. — **B.** Dauerzellen gereiht: *C. catenatum* Ralfs, Dauerzellen oblong, mit glattem, gelbbraunem Exospor, in Nord- und Mitteleuropa.

III. Aulosireae.

8. **Aulosira** Kirchner. Fäden von einer deutlichen häutigen Scheide umschlossen, Grenzzellen intercalar, Dauerzellen cylindrisch, von unbestimmter Lage; Filamente einzeln oder zu Bündeln vereinigt.

3 Arten im Süßwasser Europas und Südamerikas. *A. laxa* Kirchner (Fig. 56 *G*) mit 5—7 μ dicken Fäden, in Deutschland, Böhmen, Schweden und auf Java aufgefunden.

9. **Microchaete** Thuret (*Coleospermum* Kirchner). Fäden in einer deutlichen Scheide eingeschlossen, Grenzzellen terminal, bisweilen auch intercalar, Dauerzellen in der Nähe der Grenzzellen; Filamente einzeln oder zu kleinen, aufrechten oder polsterförmigen Räschen vereinigt.

7 Arten im Meere und im Süßwasser, sehr zerstreut. — **A.** Süßwasserarten. **a.** Grenzzellen nur basal, Filamente vereinzelt: *M. Goeppertiana* Kirch. (Fig. 56 *H*), in den Sudeten. **b.** Grenzzellen basal und intercalar. *M. tenera* Thuret, Filamente 6—7 μ dick, mit einfacher dünner Scheide, in Nord- und Mitteleuropa und in Australien; *M. diplosiphon* Gomont, Filamente 10 μ dick, mit doppelter weiter Scheide, in England und Frankreich. — **B.** Marine Arten mit basalen Grenzzellen: *M. grisea* Thuret, Filamente am unteren Ende zwiebelig verdickt, im atlantischen Ocean auf Steinen, Muscheln und Algen sitzend.

10. **Hormothamnion** Grunow. Fäden einzeln oder zu mehreren von einer dünnen, häutigen Scheide umschlossen, Grenzzellen intercalar, Dauerzellen nicht bekannt; Filamente der Länge nach zu einem häutigen oder fädigen Lager zusammengewachsen.

2 Arten im atlantischen und großen Ocean. *H. enteromorphoides* Grunow (Fig. 56 *J*) bildet aufrechte büschelige Lager auf Küstenschlamm.

11. **Desmonema** Berkeley et Thwaites (*Arthronema* Hassall?, *Coleodesmium* Borzi). Fäden zu 2 bis mehreren in einer gemeinsamen Scheide eingeschlossen, an beiden Enden leicht verdünnt; Grenzzellen einzeln und zerstreut am Grunde der Fäden; Dauerzellen eiförmig oder elliptisch, einzeln oder gereiht, von unbestimmter Lage; Filamente zu strahligen Büscheln angeordnet.

2 Arten im Süßwasser Europas und Nordamerikas. *D. Wrangelii* (C. A. Agardh) Bornet et Flahault, mit 10 μ dicken Fäden, in Bächen und Wasserfällen auf Steinen sitzend.

Scytonemataceae

von

O. Kirchner.

Mit 6 Einzelbildern in 1 Figur.

Gedruckt im Juni 1898.

Merkmale. Fäden aus einer einzigen Reihe vegetativer Zellen bestehend, zwischen welche meist Grenz- und Dauerzellen eingelagert sind, immer in Scheiden eingeschlossen und mit (»falschen«) Verzweigungen durch seitliches Hervorwachsen eines Fadenstückes aus der Scheide, am Ende nicht in ein Haar auslaufend; Filamente in der Regel mit deutlichem Gegensatze zwischen Basis und Spitze, meistens zu rasenförmigen oder büscheligen Lagern vereinigt; Scheiden einen einzigen oder mehrere Fäden enthaltend. Vermehrung durch Hormogonien und Dauerzellen.

Vegetationsorgane. Die Gestalt der vegetativen Fadenzellen ist cylindrisch oder tonnenförmig, selten kugelig, die der Endzelle in der Regel kuppelförmig oder halbkugelig abgerundet. Das Phykochrom der Zellen zeigt meist eine blaugrüne, doch auch violette oder rosenrote Färbung, letztere namentlich häufig an den Zweigenden.

Die Fäden sind von ungefähr gleichmäßiger Dicke und immer verzweigt*). Die Verzweigungen stehen mit Ausnahme der Gatt. *Plectonema* in ursächlichem Zusammenhange mit dem Vorhandensein von Grenzzellen. Bei der genannten Gattung, welche wegen des Fehlens von Grenzzellen bei Bornet und Flahault von den *S.* und den *Heterocysteae* überhaupt ausgeschlossen und von Thuret und Gomont zu den *Oscillatoriaceae* gestellt wird, wachsen die Spitzen von Fadenstücken an unbestimmten Stellen aus der durchbrochenen Scheide hervor und geben dadurch Verzweigungen den Ursprung (Fig. 57 *A*). Bei den übrigen *S.* sind die Grenzzellen fest mit der Innenwand der Scheide verwachsen und zwingen dadurch die zwischen ihnen sich andauernd verlängernden Fadenabteilungen, unter Krümmungen die Scheide zu durchbrechen und aus ihr herauszuwachsen. Dabei tritt der neu angelegte Zweig entweder unmittelbar unter einer Grenzzelle hervor (Typus von *Tolypothrix*, vgl. Fig. 57 *D*), oder in einer mittleren Partie zwischen 2 Grenzzellen biegt sich der Faden bruchsackartig aus der Scheide heraus, worauf die hervorgekrümmte Stelle oft in der Mitte zerreißt und dadurch zum Beginne zweier neben einander stehenden Zweige wird (Typus von *Scytonema*, vgl. Fig. 57 *B*).

Die Scheiden umschließen einen oder mehrere Fäden; sie sind von verschiedener Dicke, immer aber deutlich, gleichmäßig röhrenförmig, homogen oder geschichtet, farblos oder durch *Scytonemin* gelblich bis braun gefärbt, im ganzen von derselben Beschaffenheit, wie bei den *Oscillatoriaceae*. Bisweilen sind die Scheiden mit kleinen Kalkpartikeln bedeckt, wodurch die Filamente eine brüchige Beschaffenheit und graue Färbung erhalten. — Die Grenzzellen haben dieselbe Struktur, wie diejenigen der *Nostocaceae*; sie sind von kugeliger, ovaler oder cylindrischer Gestalt, liegen an der Basis der Verzweigungen (basal) oder im Verlaufe der Fäden (intercalar) einzeln oder zu mehreren neben einander und sind immer mit der Innenwand der Scheide verwachsen.

Vermehrung. Die Hormogonien bilden sich einzeln am Ende der Verzweigungen, kriechen aus der an der Spitze sich öffnenden Scheide hervor und verhalten sich dann ebenso wie bei den *Nostocaceae*. — Bei einzelnen Arten der Gattungen *Scytonema* und *Tolypothrix* sind Dauerzellen beobachtet, welche sich bezüglich ihrer Entstehung und Keimung ähnlich verhalten, wie die der *Nostocaceae*. Sie sind kugelig, oval oder elliptisch und haben ein glattes Exospor.

Vorkommen. Durch die Verzweigungsweise der Filamente wird ein büscheliges Wachstum der meisten Arten bedingt, doch sind die Büschel nicht selten auch rasenförmig angeordnet oder häutig gelagert. — Mit Ausnahme einer marinen Art, *Scytonema polycystum* Bornet et Flahault, wachsen alle S. an der Luft — auf feuchtem Boden, zwischen Moosen, an Rinden und Blättern — oder im süßen Wasser in Teichen, Gräben, reißenden Bächen und an Seeufern.

Arten von *Scytonema* bilden die Gonidien bei zahlreichen Flechtengattungen, wie *Ephebella, Dictyonema, Heppia, Cephalodia, Stereocaulon, Pannaria, Coccocarpia, Erioderma.*

Einteilung der Familie.

A. Grenzzellen (und Dauerzellen) fehlen . . . . 1. **Plectonema.**
B. Grenzzellen vorhanden.
  a. Fäden einzeln in einer Scheide.

*) Die Gattungen *Desmonema* und *Microchaete*, welche von Bornet und Flahault zu den S. gerechnet werden, sind hier wegen ihres Mangels an Verzweigungen zu den *Nostocaceae* gestellt.

α. Verzweigungen in der Regel zwischen 2 Grenzzellen entstehend, einzeln oder zu 2 beisammen.

I. Scheiden dünner als der Faden . . . . 2. **Scytonema.**

II. Scheiden sehr dick, trichterförmig geschichtet . . . . 3. **Petalonema.**

β. Verzweigungen in der Regel unmittelbar unter einer Grenzzelle entstehend, einzeln 4. **Tolypothrix.**

b. Fäden zu mehreren in einer Scheide.

α. Fäden gerade, nebeneinander liegend . . . . 5. **Hydrocoryne.**

β. Fäden gekrümmt, durch einander gewirrt . . . . 6. **Diplocolon.**

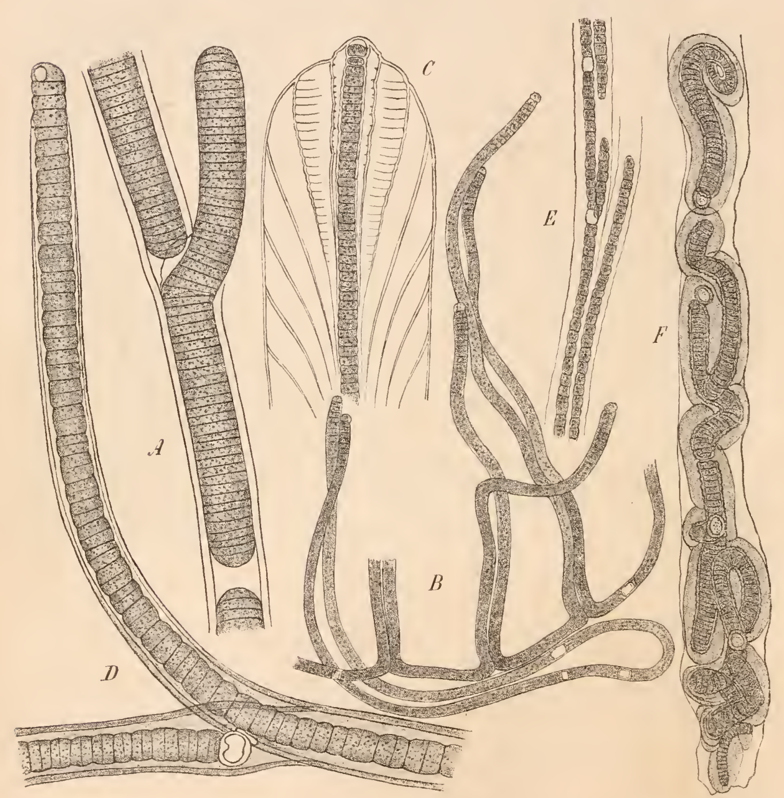


Fig. 57. *A Plectonema Wollei* Farl. (260/1). — *B Scytonema Hofmanni* Ag. (330/1). — *C Petalonema alatum* Berk. (ca. 400/1). — *D Tolypothrix penicillata* Thur. (575/1). — *E Hydrocoryne spongiosa* Schw. (575/1). — *F Diplocolon Heppii* Näg. (250/1). (*B* nach Bornet, *C* nach Correns, *E* nach Kirchner, *F* nach Itzigsohn, *A* u. *D* Original.)

1. **Plectonema** Thuret (incl. *Glaucothrix* Kirchner z. T.) Fäden nur aus vegetativen Zellen bestehend, ohne Grenzzellen, verzweigt, einzeln in festen, farblosen oder gelblich gefärbten Scheiden; Verzweigungen einzeln oder zu 2 beisammen.

10 Arten, meist im süßen Wasser, in Europa, Asien und Amerika. — **A.** Lager büschelig oder rasig: *P. Wollei* Farlow (Fig. 57 *A*), Fäden 28—47 μ dick, bildet große, schwarz-

grüne Rasen an Pflanzen und Steinen in Südasien, Nord- und Mittelamerika; *P. Tomasinianum* (Kützing) Bornet, Fäden 11—22 μ dick, bildet blaugrüne Rasen an Wasserpflanzen in Mittel- und Südeuropa und in Nordamerika; *P. purpureum* Gomont, Fäden 3 μ dick, schwarzpurpurne Rasen in Quellen Südfrankreichs. — **B.** Filamente einzeln wachsend oder häutige Lager bildend: *P. Nostocorum* Bornet, Filamente 1—1,5 μ dick, im Lager gallertiger Algen häufig; *P. rhenanum* Schmidle, bildet filzige grüne Lager auf Sand am Rheinufer bei Mannheim; *P. terebrans* Bornet et Flahault, in alten Muschelschalen an den Küsten von Westfrankreich und England.

2. **Scytonema** C. A. Agardh. Fäden aus vegetativen Zellen und Grenzzellen bestehend, einzeln in einer Scheide eingeschlossen, verzweigt; Scheiden ungeschichtet oder geschichtet, immer weniger dick als der Faden, außen nicht mit besonderer Hautschicht; Verzweigungen einzeln oder zu 2 zwischen 2 Grenzzellen, selten unterhalb einer solchen entstehend, Dauerzellen (bei *S. rivulare, curvatum, cinereum, crispum, myochrous, siculum* beobachtet) kugelig oder eiförmig.

Etwa 45 Arten, fast ausschließlich im Süßwasser und auf feuchtem Boden, über die ganze Erde verbreitet.

Sect. I. *Euscytonema* (Borzì) Bornet et Flahault. Scheiden ungeschichtet oder aus parallelen Schichten gebildet. — **A.** Im Wasser lebende Arten: *S. crispum* (C. A. Agardh) Bornet (*S. cincinnatum* Thuret, *Chrysostigma cinc.* Kirchner), Filamente spärlich verzweigt, 18—30 μ dick, vegetative Zellen kurz, scheibenförmig, in Bächen und Teichen aller Weltteile. — **B.** Erdbewohner: *S. stuposum* (Kützing) Bornet, Filamente mit dicker Scheide, 16—30 μ dick, dunkelviolette oder rötliche Polster bildend, in wärmeren Ländern häufig; *S. ocellatum* Lyngbye, Filamente mit dünnen, zerbrechlichen, braunen Scheiden, 10—18 μ dick, in dicht rasigen, schwarzen oder bläulich-grauen Lagern, anscheinend über die ganze Erde verbreitet; *S. Hofmannii* C. A. Agardh (Fig. 57 *B*), Filamente büschelig zusammen gewachsen, 7—12 μ dick, schwärzliche, graue oder bläuliche Rasen bildend, in Europa, Amerika und Ostindien.

Sect. II. *Myochrotes* Bornet et Flahault. Scheiden geschichtet, mit divergierenden Schichten; Verzweigungen meist zu 2, rechtwinkelig abgehend: *S. mirabile* (Dillwyn) Bornet (*S. figuratum* C. A. Agardh), Filamente 15—21 μ dick, Scheiden am Scheitel der Äste dünn; und *S. myochrous* C. A. Agardh, Filamente 18—36 μ dick, Scheiden am Scheitel der Äste dick, bilden ausgebreitete Polster auf feuchtem Boden, wohl in allen Weltteilen.

3. **Petalonema** Berkeley. Filamente von demselben Baue, wie bei *Scytonema*; die unteren Zweige zu 2, die oberen einzeln unter einer Grenzzelle; Scheiden sehr dick, aus trichterförmigen, in einander geschobenen Stücken zusammengesetzt, außen von einer festen Hautschicht überzogen.

6 Arten auf feuchten Felsen und am Boden, selten im Wasser in Europa, Nordamerika, Indien und Australien. *P. crustaceum* (C. A. Agardh), Filamente 15—30 μ dick, in schwarzen, krustigen Rasen, an feuchten Felsen u. ä. in Europa und Nordamerika; *P. alatum* Berkeley (Fig. 57 *C*), Filamente 24—66 μ dick, mit außen oft eingeschnürten Scheiden, einzeln oder in einem schleimigen Lager, an nassen Felsen und Wasserfällen in Europa und Amerika.

4. **Tolypothrix** Kützing em. Thuret. Fäden aus vegetativen Zellen und Grenzzellen bestehend, einzeln in einer Scheide eingeschlossen, verzweigt; Verzweigungen einzeln, in der Regel unterhalb einer Grenzzelle entstehend; Dauerzellen (bei *T. tenuis, lanata, penicillata, conglutinata* beobachtet) kugelig, oval oder elliptisch, von unbestimmter Lage, einzeln oder gereiht; Filamente zu einem flockigen, rasigen oder krustenförmigen Lager vereinigt.

Etwa 15 Arten im Süßwasser und an der Luft, in allen Erdteilen.

Sect. I. *Eutolypothrix* Kirchn. Wasserpflanzen mit flockigem oder rasigem Lager und biegsamen Filamenten. — **A.** Scheiden viel dünner, als der Durchmesser der Fäden: in stehendem Wasser weit verbreitet sind *T. lanata* Wartmann, mit 9—12,5 μ dicken Filamenten, und *T. tenuis* Kützing, mit 8—10 μ dicken Filamenten, beide mit farblosen oder gelblichen, dünnen Scheiden und abstehenden Ästen; in schnell fließendem Wasser *T. penicillata* (C. A. Agardh) Thuret (Fig. 57 *D*), mit dicken, im Alter bräunlichen Scheiden und aufrechten Ästen, in Europa, Nordamerika, auf den Sandwichs-Inseln. — **B.** Scheiden ungefähr so dick, wie der Faden: *T. limbata* Thuret, in Südfrankreich.

Sect. II. *Hassallia* (Berkeley als Gatt.), Landpflanzen mit krustig-polsterförmigem

Lager und brüchigen Filamenten: *T. byssoidea* (Berkeley) an Baumstämmen, Holzwerk und Felsen in Mittel- und Südeuropa, Nordamerika, Afrika und Borneo.

5. **Hydrocoryne** Schwabe (*Cystocoleus* Thuret, *Hilsea* Kirchner). Fäden unregelmäßig verzweigt, zu mehreren in einer dünnen, farblosen Scheide eingeschlossen; Verzweigungen sehr lang, nebeneinander liegend; vegetative Zellen kugelig oder elliptisch; Grenzzellen ohne bestimmte Anordnung; Dauerzellen nicht bekannt; Filamente zu formlosen Lagern vereinigt.

1 Art, *H. spongiosa* Schwabe (Fig. 57 *E*), an Pflanzen in stehendem Wasser in Deutschland, Böhmen und Schweden.

6. **Diplocolon** Nägeli. Fäden verzweigt, zu mehreren in einer Scheide eingeschlossen, gebogen und durch einander gewirrt; Verzweigungen zwischen, seltener unter den Grenzzellen entstehend; Dauerzellen nicht bekannt; Filamente zu einem unregelmäßig keulenförmigen Lager vereinigt.

1 Art, *D. Heppii* Nägeli (Fig. 57 *F*), bildet krumige, braunschwarze Räschen an Kalkfelsen in der Schweiz.

Stigonemataceae

von

O. Kirchner.

Mit 18 Einzelbildern in 1 Figur.

Gedruckt im Juni 1898.

Merkmale. Fäden aus einer oder mehrerer Reihen untereinander gleichartiger vegetativer Zellen bestehend, in der Regel mit Grenzzellen versehen, in Scheiden eingeschlossen und mit (»echten«) Verzweigungen versehen, welche durch Zellteilungen parallel zur Längsachse des Fadens angelegt werden und häufig dünner sind, als das Hauptfilament; Filamente kriechend und rasenförmig wachsend oder mit ihren Scheiden zu gallertigen Lagern zusammengewachsen. Vermehrung durch Hormogonien und Dauerzellen.

Vegetationsorgane. Charakteristisch für die Familie ist die Fähigkeit der vegetativen Zellen, sich außer durch Querteilungen auch durch parallel zur Fadenachse gerichtete Scheidewände zu teilen, wodurch einerseits Verzweigungen angelegt werden, andererseits der Faden mehrreihig werden kann. Die vegetativen Zellen haben eine kugelige, bisweilen unregelmäßig kantige oder auch eine kurzcylindrische Gestalt und enthalten blaugrün, bräunlich oder rötlich gefärbtes Phykochrom. Die Anzahl der Zellreihen im Filament ist bei einem und demselben Individuum häufig verschieden, so zwar, dass die älteren Teile des Filamentes mehrere Reihen, die jüngeren Zweige weniger oder nur eine Reihe aufweisen. Im letzteren Falle haben die Seitenzweige eine ähnliche Struktur wie die Filamente der *Scytonemataceae*, in den älteren Partien dagegen scheiden die Zellen noch eine besondere gallertige Haut rings um sich aus, und hierdurch wird die Scheide mit gefächert stehenden Querwänden ausgestattet. Die Scheide ist oft gallertartig aufgequollen, farblos oder gelb bis braun gefärbt, homogen oder geschichtet. — Die Verzweigungen der Filamente entstehen dadurch, dass nach der Längsteilung einer vegetativen Zelle die eine der beiden nebeneinander liegenden Tochterzellen sich weiter in der Richtung parallel zur Längsachse des Filamentes teilt, und die so entstehende Zellreihe die Scheide des Fadens seitlich durchbricht. Bisweilen bilden sich solche Zweige in großer Anzahl und auf derselben Seite des Hauptfadens, in anderen Fällen scheinen sie ohne bestimmte Gesetzmäßigkeit angelegt zu werden. Außer dieser »echten« Verzweigung kommt an den einreihigen Fäden und Zweigen auch eine »falsche« vor, welche in

derselben Weise wie bei den *Scytonemataceae* entsteht. — Die Grenzzellen haben dieselbe Beschaffenheit wie bei den *Nostocaceae* und *Scytonemataceae*; sie finden sich intercalar, in einreihigen Fäden zwischen vegetativen Zellen, in mehrreihigen seitlich neben solchen liegend.

Vermehrung. Die Hormogonien zeigen den bei den *Scytonemataceae* geschilderten Bau und bilden sich entweder am Ende von Verzweigungen, deren unterer Teil dann im vegetativen Zustande verharrt, oder in besonderen Seitenzweigen, deren Scheiden nach dem Ausschlüpfen der Hormogonien ganz leer zurückbleiben.

Bei den Gattungen *Nostochopsis* und *Mastigocoleus* sind einzellige, *Chroococcus*-ähnliche Conidien beobachtet worden, welche wie bei den *Chamaesiphonaceae* der Vermehrung dienen. Dauerzellen sind bei einigen Arten von *Stigonema* und bei der Gattung *Loriella* nachgewiesen; sie entstehen aus vegetativen Zellen durch Verdickung der Membran und Ausbildung eines dichteren Inhaltes ohne sonstige Veränderung ihrer Form und Größe. Sie haben eine rötlichbraune Farbe; durch Auflösung der Scheiden werden sie frei und wachsen bei ihrer Keimung unter einseitiger Verquellung ihrer Haut durch parallele Zellteilungen zu einem Keimfaden hervor, an dessen einem Ende sich eine Grenzzelle ausbildet.

Vorkommen. Die Filamente der *S.* wachsen meistens in Rasen von unbestimmter Form, nur *Nostochopsis* und *Capsosira* bilden gallertige Lager nach Art der *Rivularien.* Eine Art, *Mastigocoleus testarum*, wächst auf Muschelschalen im Meere, die übrigen kommen im süßen Wasser und auf feuchtem Boden vor, einige Arten auch in Thermen. Die Gattung *Stigonema* liefert die Gonidien bei den Flechten *Ephebe, Spilonema*, *Polychidium*, *Cephalodia*, *Lichenosphaeria.*

Einteilung der Familie.

A. Filamente unter einander frei, einzeln wachsend oder rasige oder polsterförmige Lager bildend.
 a. Fäden aus einer einzigen Zellreihe gebildet.
  I. Seitenzweige teils von gleichbleibender Dicke, teils in ein verdünntes Ende auslaufend.
   1°. Grenzzellen terminal oder lateral . . . . 1. **Mastigocoleus.**
   2°. Grenzzellen intercalar . . . . 2. **Mastigocladus.**
  II. Alle Seitenzweige mit unverdünntem Ende.
   1°. Seitenzweige einseitig, nicht weiter verzweigt . . . . . 3. **Hapalosiphon.**
   2°. Verzweigungen terminal, dichotomisch . . . . 4. **Loriella.**
 b. Fäden wenigstens teilweise aus 2 bis mehreren Zellreihen bestehend.
  I. Seitenzweige einseitig, dünn, später zu Hormogonien umgebildet . 5. **Fischerella.**
  II. Seitenzweige zerstreut, Hormogonien aus der Spitze der vegetativen Zweige oder in besonderen kurzen Zweigen gebildet . . . . 6. **Stigonema.**
B. Filamente zu einem gallertigen Lager miteinander verwachsen.
 a. Scheiden dünn und zart, aber deutlich. . . . . 7. **Capsosira.**
 b. Scheiden dick, zu einer strukturlosen Gallerte zusammenfließend 8. **Nostochopsis.**

1. **Mastigocoleus** Lagerheim. Fäden aus einer einzigen Zellreihe gebildet, mit einzelnen terminalen oder lateralen Grenzzellen; Verzweigungen der Filamente teils cylindrisch, teils am Ende haarförmig verdünnt.

1 Art, *M. testarum* Lagerheim (Fig. 58 *A*), wächst auf alten Muschelschalen an den Küsten von Schweden und Norwegen, bildet auch zusammen mit *Hyella caespitosa* die Gonidien einer auf Muscheln lebenden Flechte, *Verrucaria consequens.*

2. **Mastigocladus** Cohn. Fäden aus einer einzigen, bisweilen am Grunde der Zweige doppelten, Zellreihe gebildet, mit intercalaren Grenzzellen; Filamente mit dünnen, teils gleich dicken, teils am Ende verdünnten Seitenzweigen, zu einem hautartigen, geschichteten Lager vereinigt; Zweige aus cylindrischen oder kugeligen Zellen gebildet.

1 Art, *M. laminosus* Cohn (Fig. 58 *F*), in Thermen Europas, Asiens und Amerikas blaugrüne, ausgebreitete, öfters mit kohlensaurem Kalk durchsetzte Überzüge bildend.

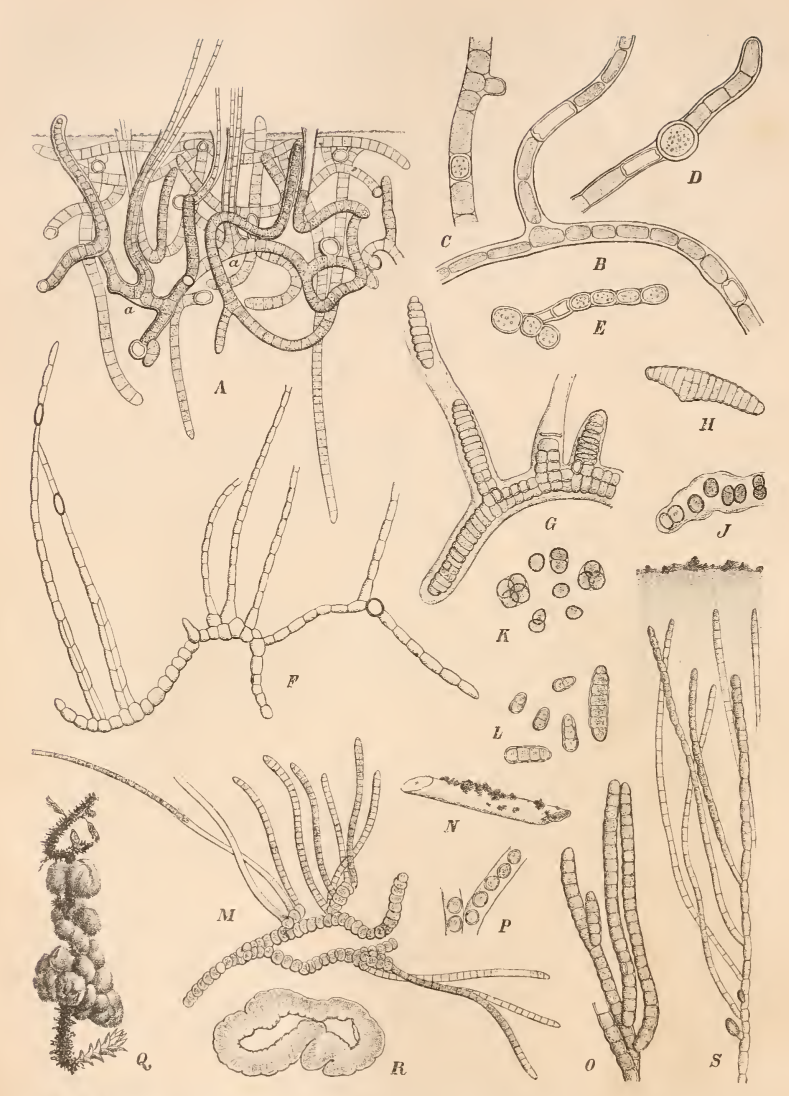


Fig. 58. *A Mastigocoleus testarum* Lagerh. (330/1). — *B—E* ***Hapalosiphon intricatus*** West (520/1). — *F* ***Mastigocladus laminosus*** Cohn (500/1). — *G—L* ***Stigonema turfaceum*** Cooke, *G*, *H* Bildung und Keimung der Hormogonien, *J*, *K* Dauerzellen, *L* deren Keimung (150/1). — *M* ***Fischerella muscicola*** (Thur.) (160/1). — *N—P* ***Capsosira Brebissonii*** Kütz. *N* Lager in 1/2 natürl. Gr., *O* vegetatives Filament (150/1), *P* Danerzellen? (150/1). — *Q—S* ***Nostochopsis lobata*** Wood. *Q* Lager in natürl. Gr., *R* Querschnitt dnrch das Lager (4/1), *S* Teil des Lagers (330/1). (*A* nach Lagerheim, *B—E* nach West, *F* nach Cohn, *M*, *Q—S* nach Bornet, *G—L*, *N—P* nach Borzì.)

3. **Hapalosiphon** Nägeli. Filamente einseitig mit dicht stehenden, unverzweigten, untereinander gleichen, nach den Enden nicht verdünnten Seitenzweigen versehen; Fäden aus einer, selten 2—3 Zellreihen gebildet, mit intercalaren Grenzzellen.

6 Arten in allen Weltteilen zerstreut, im Wasser lebend. *H. fontinalis* (C. A. Agardh) Bornet, an Wasserpflanzen in Teichen und Gräben in Europa, Asien, Amerika und Australien; *H. intricatus* West (Fig. 58 *B—E*), in England und Westindien.

4. **Loriella** Borzì. Filamente infolge von Längsteilungen der Gipfelzellen dichotomisch verzweigt, mit kurzen und geraden Zweigen; Fäden einreihig mit einzelnen, an der Spitze oder dem Grunde der Zweige liegenden Grenzzellen; Dauerzellen gereiht, kugelig bis elliptisch.

1 Art, *L. osteophila* Borzì, mit dicken, von Kalk inkrustierten Scheiden, auf feucht liegenden Menschenschädeln in Melanesien.

5. **Fischerella** (Bornet et Flahault, als Section von *Stigonema*) Gomont (*Fischera* Schwabe). Filamente kriechend, wenigstens teilsweise aus 2 Zellreihen bestehend, an der nach oben gerichteten Seite mit reichlichen Verzweigungen versehen, welche verlängert, dünn und einreihig sind und sich später fast ganz zu langen Hormogonien umbilden.

3 Arten, an der Luft auf feuchtem Boden oder Steinen wachsend, in Europa, Nordamerika und Indien. *F. thermalis* (Schwabe) Gomont, Zweige 7—9 μ dick, bildet ausgebreitete Überzüge an Wänden von Thermen und an Steinen in Deutschland, Böhmen und Nordamerika; *F. ambigua* Gomont, Zweige 6—9 μ dick, braunschwarze Überzüge am Boden und zwischen Moosen in Europa, Amerika und auf den Sandwichs-Inseln; *F. muscicola* (Thuret) (Fig. 58 *M*), Zweige 6 μ dick, dünne braunschwarze Überzüge auf feuchtem Boden in Südfrankreich.

6. **Stigonema** C. A. Agardh (*Sirosiphon* Kützing). Filamente frei, verzweigt, niederliegend oder aufsteigend, oft rasige oder polsterförmige Lager bildend; Fäden teilweise aus 2 bis mehreren Zellreihen bestehend, in Scheiden von meistens gelber bis brauner Farbe eingeschlossen; Hormogonien an der Spitze der vegetativen Zweige oder in besonderen kurzen Zweigen gebildet; Dauerzellen (bei *S. turfaceum*, *ocellatum*, *hormoides* und *panniforme* beobachtet) rundlich oder oval.

Etwa 15 Arten im Süßwasser und an der Luft, wohl über die ganze Erde verbreitet. — **A.** Fäden vorwiegend aus einer einzigen Zellreihe bestehend: *S. hormoides* (Kützing) Bornet et Flahault, Filamente 7—15 μ dick, Scheiden meist farblos, an feuchten Felsen und zwischen schleimigen Algen in Europa, Amerika und Australien; *S. ocellatum* (Dillwyn) Thuret, Filamente 20—45 μ dick, Scheiden farblos bis braun, dick und geschichtet, Hormogonien 50—150 μ lang, auf nassem Boden, auch im Wasser, in allen Weltteilen; *S. panniforme* (C. A. Agardh) Hieronymus, Filamente 14—28 μ dick, Scheiden farblos bis gelbbräunlich, Hormogonien 20—50 μ lang, Grenzzellen fast immer lateral, auf feuchtem Boden in Europa, Amerika und Neuseeland; *S. tomentosum* (Kützing) Hieronymus, Filamente 14—28 μ dick, Scheiden gelbbraun, Hormogonien 40—100 μ lang, Grenzzellen lateral und intercalar, an feuchten Felsen in Europa, Afrika, Amerika. — **B.** Fäden vorwiegend aus mehreren Zellreihen gebildet: *S. minutum* Hassall, Filamente 18—29 μ dick, Hormogonien seitlich, an Steinen, Mauern und Holz in Nord- und Mitteleuropa, Angola, Amerika und auf den Sandwichs-Inseln; *S. informe* Kützing, Filamente biegsam, 40—70 μ dick, Hormogonien 45 μ lang, terminal, in Sümpfen und an feuchten Felsen in Nord- und Mitteleuropa, Angola, Amerika und Java; *S. mamillosum* C. A. Agardh, Filamente starr, 45—65 μ dick, Hormogonien 45 μ lang, seitlich, an feuchten oder untergetauchten Felsen in Schweden, Norwegen, England, Deutschland und Nordamerika; *S. turfaceum* (English Botany) Cooke (Fig. 58 *G—L*), Filamente biegsam, 27—30 μ dick, Hormogonien 45 μ lang, seitlich, auf feuchtem Boden und an Felsen in Europa und Nordamerika.

7. **Capsosira** Kützing. Fäden aus einer einzigen Zellreihe bestehend, Grenzzellen einzeln, seitlich einer vegetativen Zelle anliegend; Filamente verzweigt, aufrecht, an ihren Scheiden seitlich miteinander zu einem halbkugeligen oder polsterförmigen, gallertigen Lager (vom Habitus einer *Rivularia*) verwachsen; Dauerzellen nicht mit Sicherheit bekannt.

1 Art, *C. Brebissonii* Kützing (Fig. 58 *N—P*), bildet kleine schwarzgrüne Lager an untergetauchten Gegenständen in Teichen, in Nord- und Mitteleuropa und Australien beobachtet.

8. **Nostochopsis** Wood (*Mazaea* Bornet et Grunow). Fäden aus einer einzigen Zellreihe bestehend, mit seitlichen oder intercalaren, oft auf einem kurzen Stielchen stehenden Grenzzellen; Filamente verzweigt, ihre Scheiden zu einer gestaltlosen Gallertmasse zusammenfließend und ein blasiges Lager bildend.

1 Art, *N. lobata* Wood (Fig. 58 *Q—S*), festsitzende, rundliche oder gelappte, bis 2 cm breite, gallertige Lager an Wasserpflanzen, in Böhmen, Angola, Nord- und Südamerika und auf Sumatra beobachtet.*)

IIb. Trichophoreae.

Rivulariaceae

von

O. Kirchner.

Mit 16 Einzelbildern in 3 Figuren.

Gedruckt im Juni 1898.

Merkmale. Fäden aus einer Reihe vegetativer Zellen gebildet, mit deutlichem Gegensatze zwischen Basis und Spitze, am oberen Ende in ein verdünntes Haar auslaufend, einfach oder verzweigt, meistens mit Grenzzellen versehen, immer in eine Scheide eingeschlossen**); Filamente einfach oder verzweigt, zu pinselförmigen oder gallertigen Lagern vereinigt, seltener einzeln lebend. Vermehrung durch Hormogonien und Dauerzellen, bisweilen auch durch Conidien.

Vegetationsrogane. Der Gegensatz von Basis und Spitze, welchen die Filamente der *R.* zeigen, spricht sich nicht nur in ihrer Wachstumsrichtung, sondern besonders darin aus, dass die vegetativen Zellen des Fadens von unten nach oben allmählich an Dicke ab- und an Länge zunehmen, um endlich an der Spitze eine langcylindrische Form anzunehmen und ein farbloses Endhaar zu bilden. Dieses ist oft sehr lang, bisweilen aber auf wenige Zellen reduciert; bei der Hormogonienbildung wird es abgeworfen und ist überhaupt, da es im Alter zuweilen ganz oder teilweise verloren geht, an jugendlichen Filamenten am deutlichsten zu erkennen. Während die Zellen, welche das Haar zusammensetzen, farblos sind und nur wenig Protoplasma enthalten, besitzen die übrigen vegetativen Zellen in ihrem Inhalte Phykochrom von blaugrüner, violetter, roter oder bräunlicher Farbe. Die Zellteilungen, durch welche die Verlängerung des Fadens vorbereitet wird, finden vorwiegend in dessen oberer Hälfte statt, während in der unteren eine oft bedeutende Streckung erfolgt. — Die Grenzzellen fehlen nur in wenigen Fällen; sie haben dieselbe Beschaffenheit, wie bei den vorhergehenden Familien, und liegen entweder nur am Grunde des Fadens und der Verzweigungen (basal) oder außerdem auch im Verlaufe der vegetativen Zellen (intercalar). — Die Scheiden sind röhrenförmig, ununterbrochen, gallertig oder häutig, homogen oder geschichtet, farblos oder gelb bis braun gefärbt. Sie werden lamellenweise von den Zellen des Fadens ausgeschieden, und ihre inneren Schichten besitzen oft die Fähigkeit, sich durch Aufquellen sehr stark zu verdicken, ja am oberen Filamentende ganz zu schleimiger Gallerte zu zerfließen; dies ist insbesondere bei den *R.* mit gallertigem Lager der Fall. Bisweilen häuft sich in den gallertigen Scheiden kohlensaurer Kalk an, und hierdurch erhält der Thallus eine oft

*) Die Gattung *Phragmonema* Zopf ist unter den *Bangiales*, I. Teil, 2. Abt., S. 315 behandelt.

**) Die Zugehörigkeit der Gatt. *Loefgrenia* Gomont, deren Filamente scheidenlos sind, zu den *R.* ist zweifelhaft.

steinhart werdende Inkrustation, ähnlich wie bei manchen *Oscillatoriaceae*. — Wenn die Fäden sich verzweigen, so geschieht dies in der Regel in der Weise, dass ein unterer Fadenabschnitt unterhalb einer Grenzzelle hervorwächst und an seinem Scheitel sich verlängert; seltener (bei *Calothrix*) tritt ein Fadenteil bruchsackartig zwischen 2 Grenzzellen hervor und bildet Zweige in der Art, wie *Scytonema*. Bisweilen trennen sich die Verzweigungen alsbald voneinander, in anderen Fällen bleiben sie im Inneren der Scheide miteinander verbunden und weichen erst nach längerer Zeit auseinander; alsdann entwickeln sich die Filamente allmählich zu pinsel- oder bäumchenförmigen Flöckchen.

Vermehrung. Die Hormogonien entstehen an den Enden der Filamente und ihrer Zweige nach Abwerfen des Endhaares und verhalten sich ebenso wie bei den anderen Familien der *Hormogoneae*.

Dauerzellen sind nur bei einigen Gattungen beobachtet worden; sie bilden sich, von der Basis der Fäden gegen die Spitze mehr oder weniger weit fortschreitend, durch Vergrößerung vegetativer Zellen aus, und haben im reifen Zustande eine kugelige oder ovale bis cylindrische Gestalt, einen fein-körnigen, bräunlichen Inhalt und eine feste Membran. Bei der Keimung bringen die Dauerzellen durch Querteilungen einen Zellfaden hervor, der sich entweder zu einem vegetativen Filament auswächst oder sich zu einer Anzahl von Hormogonien umwandelt. Bei der Gattung *Sacconema* teilen sich die keimenden Dauerzellen in mehrere kugelige und auseinander weichende, *Gleocapsa*-ähnliche Zellen, deren weitere Entwickelung noch nicht bekannt ist.

Bei *Leptochaete* und einigen *Rivularia*-Arten isolieren sich vegetative Zellen am unteren Ende des Fadens und stellen Conidien dar, welche in der Weise wie die Zellen der *Chroococcus*-Arten sich durch Teilung eine Zeitlang vermehren, später aber zu Fäden auswachsen.

Vorkommen. Die *R.* wachsen normal im Wasser, und zwar sowohl im Meere, wie im Süßwasser; Gonidien bildend tritt *Rivularia* bei der Flechtengattung *Lichina* auf.

Einteilung der Familie.

A. Filamente mit Scheiden versehen.
  a. Fäden ohne Grenzzellen.
    α. Am Grunde der Filamente bilden sich einzellige kugelige Conidien **1. Leptochaete.**
    β. Keine Conidien am Grunde der Filamente.
      I. Filamente von einer horizontal ausgebreiteten Unterlage aus aufwärts wachsend **2. Amphithrix.**
      II. Filamente ohne horizontale Unterlage . . . . **3. Homoeothrix.**
  b. Fäden mit Grenzzellen.
    α. Filamente frei oder verzweigte Büschel bildend.
      I. Scheiden cylindrisch.
        1°. Fäden und Verzweigungen einzeln in deutlichen Scheiden. . **4. Calothrix.**
        2°. Verzweigungen zu 2—6 in einer und derselben Scheide . . **5. Dichothrix.**
        3°. Verzweigungen in sehr großer Anzahl in einer Scheide . . **6. Polythrix.**
      II. Scheiden dick, sackförmig erweitert . . . . **7. Sacconema.**
    β. Filamente zu einem halbkugeligen, kugeligen oder krustenförmigen, gallertigen Lager vereinigt.
      I. Grenzzellen basal.
        1°. Filamente einfach, parallel zu einem krustenförmigen Lager zusammengestellt **8. Isactis.**
        2°. Filamente verzweigt, radial gestellt und zu einem halbkugeligen oder kugeligen Lager vereinigt . . . . **9. Rivularia.**
      II. Grenzzellen intercalar . . . . **10. Brachytrichia.**
B. Filamente scheidenlos . . . . **11. Loefgrenia.**

1. **Leptochaete** Borzì (*Chaetococcus* Kützing?). Filamente dünn, unverzweigt, aufrecht, parallel zu einem dünnen, haut- oder krustenartigen Lager vereinigt, mit engen,

dünnen Scheiden, ohne Grenzzellen; Vermehrung durch Hormogonien und durch einzellige kugelige Conidien, welche am Grunde der Filamente entstehen.



Fig. 59. *A Leptochaete crustacea* Bzì. (800/1). — *B Amphithrix ianthina* B. et Fl. (575/1). — *C Calothrix wembaerensis* H. et Schm. (500/1). — *D Dichothrix gypsophila* B. et Fl. (575/1). — *E Rivularia haematites* Ag. Lager auf einem Stein sitzend (2/3). (*A* nach Borzì, *B* nach Kirchner, *C* Original Schmidle, *D* Original, *E* Original Hieronymus.)

6 Arten im Süßwasser Böhmens und Italiens. — **A.** Scheiden farblos: *L. crustacea* Borzì (Fig. 59 *A*), Filamente bis 6 μ dick, weit ausgebreitete dünne Lager auf Steinen in

Bächen des toscanischen Apennins; *L. stagnalis* Hansgirg, Filamente 3—4,5 μ dick, dünne spangrüne Überzüge auf Steinen in Teichen Böhmens. — **B.** Scheiden goldgelb bis braun gefärbt: *L. nidulans* Hansgirg, im Lager von *Clathrocystis aeruginosa* in Böhmen.

2. **Amphithrix** Kützing. Filamente dünn, unverzweigt, in ein hinfälliges Haar ausgehend, von einer zelligen, dem Substrat aufgewachsenen Unterlage sich erhebend und krustige oder rasige Lager bildend, mit dünnen und engen Scheiden, ohne Grenzzellen; Dauerzellen nicht bekannt.

3 Arten, davon 2 im Meere, 1 im Süßwasser in Europa und Nordamerika. *A. ianthina* (Montagne) Bornet et Flahault (Fig. 59 *B*), bildet krustige amethystfarbige Lager auf Steinen in Quellen Österreichs, Frankreichs, Italiens, Algiers und der Canaren; *A. violacea* (Kützing) Bornet et Flahault, rotbraune oder violette Rasen an Felsen der Meeresküsten in Norwegen, England, Frankreich, auf den Canaren und in Nordamerika.

3. **Homoeothrix** Thuret (als Section von *Calothrix*). Filamente einfach oder verzweigt, mit farblosen Scheiden, ohne Grenzzellen, zu einem rasen- oder polsterförmigen Lager vereinigt; Dauerzellen nicht bekannt.

4 Arten im Meere und im Süßwasser in Europa, Nordamerika und Ostindien. Marin *H. rubra* (Crouan), bildet kleine braunrote Räschen an Felsen der Küsten Norwegens und Nordfrankreichs; im Süßwasser am weitesten verbreitet ist *H. Juliana* (Meneghini). Hierher auch *H. caespitosa* (Rabenhorst) (*Diplothrix Nordstedtii* Bornet et Flahault), öfters mit mehreren Fäden in einer gemeinsamen Scheide, in Norwegen.

Mit *H.* zu vereinigen dürfte die Gatt. *Tapinothrix* Sauvageau sein: Filamente sehr dünn, einfach, ohne Grenzzellen, von der leicht verdickten Basis aus verdünnt, aber an der Spitze nicht in ein gegliedertes Haar ausgezogen; Scheiden dünn, sehr eng, ununterbrochen, sehr oft oberwärts nach dem Ausschlüpfen der Hormogonien leer; mit 1 Art, *T. Bornetii* Sauvageau an untergetauchten Steinen in Algier.

4. **Calothrix** C. A. Agardh (incl. *Mastichonema* Schwabe, *Mastichothrix* Kützing, *Schizosiphon* Kützing, *Lophopodium* Kützing). Filamente einfach oder verzweigt, mit Scheiden, welche je einen Faden enthalten, einzeln lebend oder zu rasigen, polsterförmigen oder büscheligen Lagern vereinigt; Grenzzellen intercalar oder basal; Dauerzellen (bei *C. crustacea*, *C. stagnalis* und *C. wembaerensis* beobachtet) einzeln oder gereiht am Grunde der Fäden.

Etwa 30 Arten im Meere und im Süßwasser, über die ganze Erde verbreitet.

Sect. I. *Eucalothrix* Kirchn. Scheiden der Filamente dünn und fest. — **A.** Marine Arten. — **Aa.** Grenzzellen nur basal: *C. confervicola* C. A. Agardh, Filamente in sternförmigen Büscheln auf größeren Algen festsitzend, blaugrün, violett oder purpurn, 12—25 μ dick, an den Küsten von Europa, Nordamerika und der Südsee häufig; *C. scopulorum* C. A. Agardh, Filamente rasenförmige Lager bildend, olivengrün, 10—18 μ dick, auf Steinen etc., an den Küsten Europas, Australiens und der Insel St. Paul; *C. pulvinata* C. A. Agardh, schwammige, porösbüschelige Lager aus olivengrünen, 15—20 μ dicken Filamenten gebildet, an den Küsten des atlantischen Meeres in Europa und Nordamerika, auch auf Neuseeland. — **Ab.** Grenzzellen basal und intercalar: *C. aeruginea* Thuret, Filamente einfach, 9—10 μ dick, überzieht größere Fadenalgen im Mittelmeere, Roten Meere, atlantischen und großen Oceane und in der Südsee; *C. crustacea* Thuret, Filamente einfach, 12—40 μ dick, auf Felsen, seltener auf Algen etc. im Mittelmeere, atlantischen und großen Oceane. — **B.** Süßwasser-Arten. — **Ba.** Auf lebenden Pflanzen sitzend: *C. fusca* (Kützing) Bornet et Flahault, Filamente einfach, vereinzelt im Lager gallertiger Algen in Nord- und Mitteleuropa und Amerika; *C. adscendens* (Nägeli) Bornet et Flahault, Filamente einfach, vereinzelt an Wassermoosen in Deutschland und Frankreich. — **Bb.** Auf Steinen, Holz u. ä. wachsend: *C. parietina* (Nägeli) Thuret, Filamente gelbbraun, zu einem dunkelbraunen krustigen Lager vereinigt, in Europa, Nordamerika und Neuseeland; *C. thermalis* (Schwabe) Hansgirg, Filamente grün, in Thermen Böhmens, Italiens und Mittelamerikas.

Sect. II. *Rivulariopsis* Kirchn. Scheiden dick, gallertig: *C. wembaerensis* Hieronymus et Schmidle (Fig. 59 *C*), Filamente verzweigt, gallertig, zu büscheligen Lagern verbunden, Dauerzellen zu 1—4, cylindrisch, durch Grenzzellen voneinander getrennt, in Sümpfen Innerafrikas.

5. **Dichotrix** Zanardini. Fäden ziemlich regelmäßig dichotom verzweigt, oft zu 2—6 in einer gemeinsamen Scheide; Grenzzellen basal oder intercalar; Dauerzellen nicht beobachtet; Filamente zu pinsel- oder polsterförmigen Lagern vereinigt.

8 Arten im süßen und salzigen Wasser Europas, Afrikas, Amerikas und in der Südsee. — **A.** Im Süßwasser: *D. Baueriana* (Grunow) Bornet et Flahault, mit engen, weichen, farblosen oder gelblichen Scheiden, in Deutschland, Schweden, Böhmen und Frankreich; *D. Orsiniana* (Kützing) Bornet et Flahault, mit engen, ziemlich dicken, gelben Scheiden, in

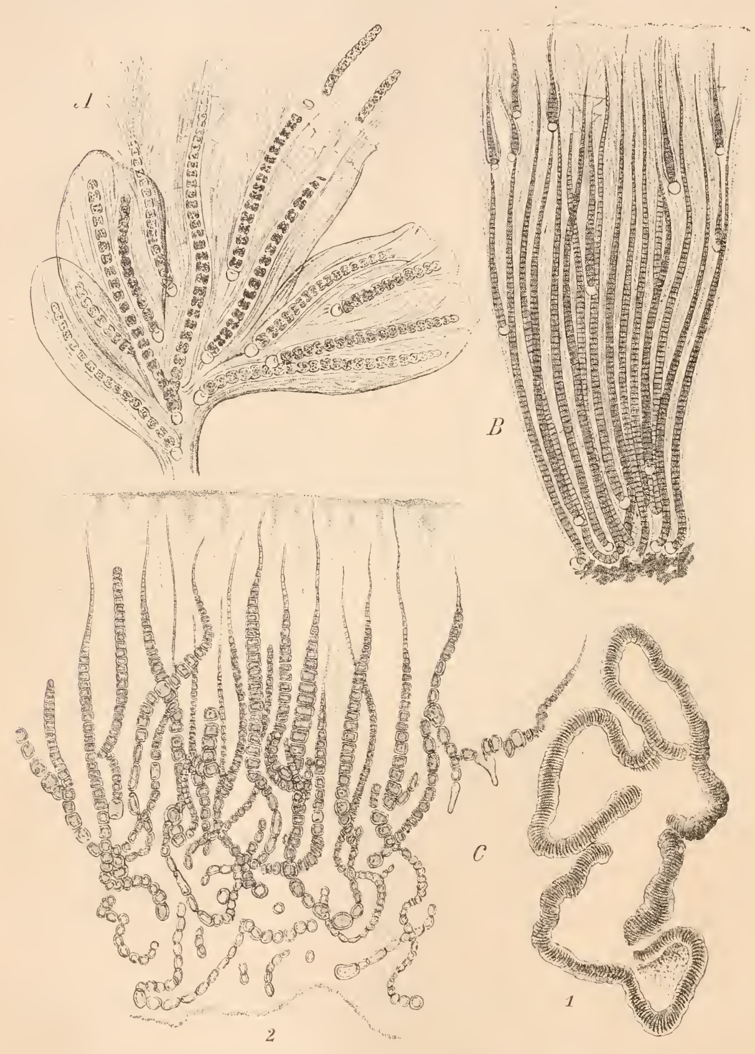


Fig. 60. *A Sacconema rupestre* Bzì. (660/1). — *B Isactis plana* Thur. (160/1). — *C Brachytrichia Balani* B. et Fl. 1 Durchschnitt durch das Lager (12/1). 2 Teil desselben, stärker vergrößert (330/1). (*A* nach Borzì, *B* u. *C* nach Bornet.)

Mitteleuropa und Nordamerika; *D. gypsophila* (Kützing) Bornet et Flahault (Fig. 59 *D*), mit dicken geschichteten gelbbraunen Scheiden, zerstreut in Europa, Afrika und Neuseeland. — **B.** Marin: *D. penicillata* Zanardini, auf *Zostera* und Algen an den Küsten des Roten Meeres, Mittel- und Nordamerikas.

6. **Polythrix** Zanardini. Fäden verzweigt, in großer Anzahl zusammengedrängt und von einer gemeinsamen Scheide umschlossen; Grenzzellen basal und intercalar; Dauerzellen nicht bekannt; Filamente zu einem fädigen, verzweigten Lager vereinigt.

1 Art, *P. corymbosa* (Harvey) Grunow an Felsenküsten Persiens, Indiens u. Nordamerikas.

7. **Sacconema** Borzì. Fäden verzweigt, zu 2 bis mehreren in einer geschichteten, sackig erweiterten Scheide eingeschlossen; Grenzzellen basal; Dauerzellen kugelig, am



Fig. 61. *Rivularia bullata* Berk. *A* Lager in natürl. Größe, *B* Teil eines Durchschnittes durch das Lager (12/1), *C*, *D*, *F* vegetative Fäden, *E* Bildung der Homogonien, *G*, *H* Weiterentwickelung der Hormogonien (150/1). (Nach Bornet.)

Grunde der Fäden; Filamente zu einem kleinen, gallertigen, lappig-zerschlitzten Lager vereinigt.

1 Art, *S. rupestre* Borzì (Fig. 60 *A*), an feuchten Felsen in Mittelitalien und Nordamerika aufgefunden.

8. **Isactis** Thuret. Filamente einfach oder spärlich verzweigt, aufrecht und parallel zu einem dünnen, rundlichen, krustenförmigen, dem Substrat aufgewachsenen Lager vereinigt; Grenzzellen basal; Dauerzellen nicht beobachtet.

1 Art, *I. plana* (Harvey) Thuret (Fig. 60 *B*), auf Algen, Steinen und Muschelschalen im Mittelmeere und atlantischen Oceane, in Europa und Nordamerika.

9. **Rivularia** (Roth) C. A. Agardh (incl. *Ainactis* Kützing, *Dasyactis* Kützing, *Euactis* Kützing, *Geocyclus* Kützing, *Heteractis* Kützing, *Limnactis* Kützing, *Physactis* Kützing, *Diplotrichia* J. Agardh, *Gleotrichia* J. Agardh, *Zonotrichia* J. Agardh, *Arthrotilum* Rabenhorst). Fäden verzweigt, zu einem halbkugeligen, kugeligen oder hohlkugeligen Lager in radialer Richtung angeordnet, in gallertige Scheiden eingeschlossen; Grenzzellen basal;

Dauerzellen (bei der Sect. *Gloeotrichia* beobachtet) unmittelbar über der Grenzzelle. Außer Hormogonien sind (bei *R. radians*) Conidien beobachtet, welche sich am Grunde des Fadens bilden.

Etwa 25 Arten im süßen und salzigen Wasser aller Erdteile.

Sect. I. *Gloeotrichia* J. Agardh (als Gatt.) Dauerzellen vorhanden; Fäden schlank und sehr allmählich nach der Spitze hin verdünnt: *R. pisum* C. A. Agardh, Lager an Wasserpflanzen festsitzend, kugelig, klein, hart, Dauerzellen cylindrisch, mit einschichtigem Exospor, in stehendem Süßwasser häufig in Europa, Amerika, Indien, Japan, Neuseeland; *R. echinulata* English Botany, Lager sehr klein, kugelig mit zottiger Oberfläche, frei schwimmend und bisweilen eine Wasserblüte bildend, in Teichen und Seen Europas und Nordamerikas; *R. natans* (Hedwig) Welwitsch, Lager hohlkugelig, bis zu 10 cm groß, Dauerzellen cylindrisch mit dickerer Basis und zweischichtigem, glattem Exospor, in Europa und Amerika.

Sect. II. *Eurivularia* Kirchn. Dauerzellen fehlen; Fäden in der Regel schon vom Grunde an sich verdünnend. — **A.** Lager solid bleibend, mit kohlensaurem Kalk inkrustiert: *R. minutula* (Kützing) Bornet et Flahault, Lager nicht geschichtet, Fäden 9—12,5 μ, Scheiden 27 μ dick, wiederholt trichterförmig geschichtet, in Bächen und Gräben festsitzend, in Europa und Nordamerika; *R. rufescens* Nägeli, mit 8—12 μ dicken Fäden und weiten, oft gelben oder braunen Scheiden, und *R. haematites* C. A. Agardh (Fig. 59 *E*), mit 4—7,5 μ dicken Fäden und engen, meist farblosen Scheiden, bilden inwendig zonenartig geschichtete, anfangs halbkugelige, später krustig zusammenfließende, steinharte Lager von oft bedeutender Größe (*R. haematites* Kugeln von 30 cm Durchmesser im Ausflusse des Rheines aus dem Bodensee) in schnell fließenden Bächen, Wasserfällen u. ä. in Europa und Amerika. — **B.** Lager solid bleibend, nicht inkrustiert: *R. atra* Roth, wohl in allen Meeren verbreitet; *R. borealis* Richter, im Süßwasser in Grönland. — **C.** Lager hohl werdend, in salzigem Wasser: *R. nitida* C. A. Agardh, Lager fest, olivengrün, Fäden 2—5 μ dick, Scheiden undeutlich, in brackischem Wasser Europas, Nordamerikas und Australiens; *R. bullata* Berkeley (Fig. 61), Lager fest, lebhaft grün, Fäden 5—10 μ dick, Scheiden undeutlich, an den Küsten des atlantischen Oceans von Schottland bis zu den Canarischen Inseln; *R. polyotis* (C. A. Agardh) Bornet et Flahault, Lager weich, schwarzgrün, Fäden 8—13,5 μ dick, Scheiden dick und deutlich, an den Küsten Europas und Nordamerikas.

10. **Brachytrichia** Zanardini (*Hormactis* Thuret). Fäden reichlich und unregelmäßig verzweigt, in anfangs deutliche, später miteinander verfließende Scheiden eingeschlossen und zu einem gallertigen, anfangs soliden, später hohlen Lager vereinigt; Grenzzellen ordnungslos im Verlaufe der Fäden; Dauerzellen nicht bekannt.

2 Arten: *B. Balani* (Lloyd) Bornet et Flahault (Fig. 60 *C*), bildet kleine braune Lager an den Küsten Englands, Nordfrankreichs und des Mittelmeeres; *B. Quoyi* (C. A. Agardh) Bornet et Flahault, bildet bis 5 cm große, dunkelgrüne Lager an den Küsten des atlantischen, großen und indischen Oceans.

11. **Loefgrenia** Gomont. Fäden scheidenlos, an der Basis angeheftet, haartragend, im unteren Teile stellenweise mit echten Verzweigungen versehen; Grenzzellen fehlen, Hormogonien und Dauerzellen unbekannt. — Die systematische Stellung dieser noch nicht genügend bekannten Gattung ist unsicher.

1 Art, *L. anomala* Gomont, bildet niedere, ausgebreitete Rasen von blaugrüner Farbe auf Süßwasser-Pflanzen in Brasilien.

CAMPTOTRICHACEAE

von

O. Kirchner.

Mit 2 Einzelbildern in 1 Figur.

Gedruckt im Juni 1898.

Merkmale. Fäden aus einer Reihe vegetativer Zellen gebildet, an beiden Enden verdünnt, unregelmäßig gebogen, unverzweigt, ohne Grenz- und Dauerzellen, in eine Scheide eingeschlossen; Filamente vereinzelt, epiphytisch lebend.

Vegetationsorgane. Die *C.* stimmen im Baue und Aussehen ihrer Filamente in hohem Grade mit den *Rivulariaceae* überein, zeigen aber nicht, wie diese, einen Gegensatz zwischen Basis und Spitze, sondern verdünnen sich an beiden Enden mehr oder weniger auffallend; sie besitzen, soweit bekannt, weder Grenzzellen, noch Dauerzellen. Auch über ihre Fortpflanzungsweise fehlen noch Beobachtungen.

Vorkommen. Die beiden bis jetzt allein bekannten Arten der Familie leben im Süßwasser in England und in Südwestafrika epiphytisch auf Wasserpflanzen.

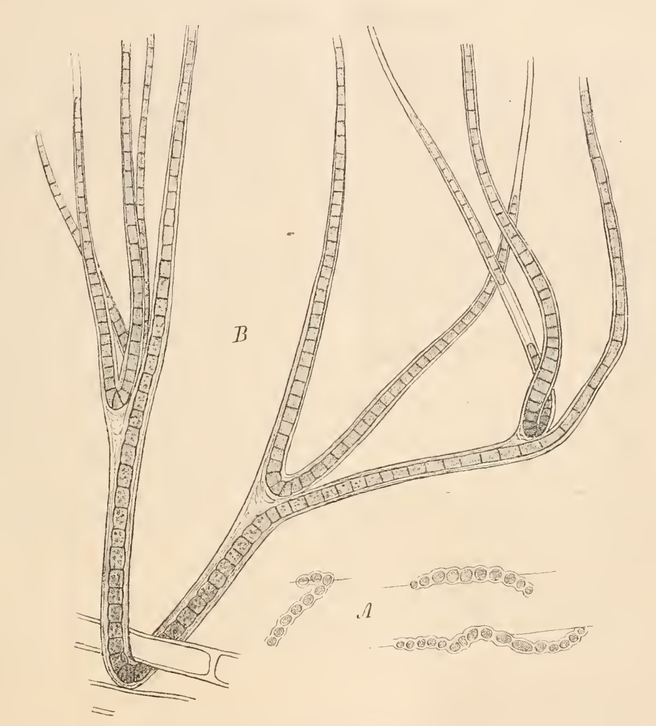


Fig. 62. *A Camptothrix repens* West. — *B Ammatoidea Normannii* West. (Nach West (520/1)).

Einteilung der Familie.

A. Fäden kurz, nach den Enden wenig verdünnt . . . . 1. **Camptothrix.**
B. Fäden verlängert, an den Enden allmählich in lange, haarartige Spitzen verdünnt
2. **Ammatoidea.**

1. **Camptothrix** W. et G. S. West. Fäden sehr kurz, aus einer einfachen Reihe unregelmäßiger Zellen gebildet, fast rosenkranzförmig, nach den Enden wenig verdünnt; Scheiden dünn und farblos; Protoplasma der Zellen homogen.

1 Art, *C. repens* W. et G. S. West (Fig. 62 *A*), epiphytisch auf Fadenalgen im Süßwasser von Angola.

2. **Ammatoidea** W. et G. S. West. Fäden lang, aus einer einfachen Reihe regelmäßig cylindrischer Zellen gebildet, im mittleren Teile scharf gebogen, nach den Enden

hin allmählich haarförmig verdünnt; Filamente gebogen, mit fester, enger, geschichteter, farbloser oder gelbbrauner Scheide versehen; Protoplasma der Zellen gekörnt.

1 Art, *A. Normannii* W. et G. S. West (Fig. 62 *B*), epiphytisch auf *Batrachospermum moniliforme* in Südengland.

Ausgeschlossene Gattungen.

1. **Agonium** Oersted, ist wegen der unvollständigen Beschreibung nicht zu identificieren; zu den *Schizophyceen* gehört die Gattung höchst wahrscheinlich nicht.

2. **Anhaltia** Schwabe, besteht nach der Beschreibung aus dichotomisch verzweigten, ganz farblosen Fäden, die in eine *Nostoc*-artige Gallerte eingebettet sind. Die Diagnose der Gattung ist ungenügend, die der Art gar nicht gegeben, aus der beigefügten Abbildung (*Linnaea* IX., S. 127, Taf. II) nichts zu entnehmen.

3. **Asterocystis** Gobi (*Allogonium* Kützing, *Chroodactylon* Hansgirg) ist unter den *Bangiales*, Bd. I., 2. Abt. S. 314 behandelt.

4. **Asterothrix** Kützing, umfasst wohl verschiedenartige, ein- und mehrzellige Algen, deren Zellinhalt von Kützing und Rabenhorst hellgrün genannt wird; auch Verf. fand bei einer Art, auf welche die Diagnose von *A. tripus* A. Braun passte, chlorophyllgrüne Chromatophoren.

5. **Clonothrix** Roze scheint ein in die Nähe von *Crenothrix* und *Cladothrix* gehöriger Schizomycet zu sein.

6. **Cyanoderma** Weber van Bosse (incl. *Myxoderma* Hansgirg) s. unter den *Bangiales*, Bd. I., 2. Abt. S. 316.

7. **Dermogloea** Zanardini. Die Aufstellung dieser Gattung beruht nach Levi-Morenos (Notarisia VII. p. 1466) auf ungenauen Beobachtungen.

8. **Entothrix** Kützing. Die von Kützing aufgestellte Art, *E. funicularis*, ist wohl keine Alge (»*fibris inarticulatis, hyalino-lutescentibus*«); *E. grande* Wolle ist *Lemanea grandis* Atkinson.

9. **Glaucocystis** Itzigsohn,

10. **Gloeochaete** Lagerheim (*Schrammia* Dangeard),

11. **Goniotrichum** Kützing s. unter Bangiales, a. a. O.

12. **Homalococcus** Kützing ist nach der allein vorhandenen Diagnose nicht zu enträtseln.

13. **Phragmonema** Zopf und

14. **Porphyridium** Naegeli s. unter Bangiales a. a. O.

15. **Polycoccus** Kützing bezeichnet einen Entwickelungszustand von *Nostoc punctiforme*.

FLAGELLATA

von

G. Senn.

Mit 394 Einzelbildern in 78 Figuren.

(Im Druck begonnen August 1900.)

Wichtigste Litteratur: Blochmann, F., Die mikroskop. Tierwelt des Süßwassers. Abt. I. Protozoa II. Aufl. 1895. — Bohlin, K., Zur Morphologie und Biologie einzelliger Algen. (Öfvers. k. Vet. Akad. Forhandl. Stockholm 1897). — Borzi, A., Alghe d'acqua dolce della Papuasia etc. Nuova Notarisia 1892. — Bütschli, O., Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten etc. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX. 1878). — Derselbe, Die Protozoen in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs Bd. I. Abt. II. Mastigophora 1883—1885. — Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes Genève et Bâle 1858—1861. — Clark, J., On the spongiae ciliatae as infusoria flagellata. (Ann. mag. nat. hist. Ser. 4. Vol. I. 1868). — Dangeard, P. A., Recherches sur les Cryptomonadinae et les Euglenae (Le Botaniste I. Serie Caën 1889). — Diesing, K. M., Revision der Prothelminthen. (Sitzber. der math. nat. Klasse d. Akad. zu Wien. Bd. LII. 1866). — Dujardin, F., Histoire naturelle des zoophytes Infusoires Paris 1841. — Ehrenberg, Chr. G., Infusionstiere als vollkommene Organismen, Berlin und Leipzig 1838. — Engelmann, W., Licht und Farbenperception niederster Organismen. (Pflüger's Archiv. f. d. ges. Physiologie Bd. XXIX. 1882). — Entz, G., Die Flagellaten der Kochsalzteiche zu Torda etc. (Termeszetrajzi Füzetek. Bd. VII. 1883). — Fisch, F., Untersuchungen über einige Flagellaten. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLII. 1885). — Fischer, A., Über die Geißeln einiger Flagellaten. (Pringsh. Jahrb. Bd. XXVI. 1894). — Francé, R., Zur Morphologie und Physiologie der Stigmata der Mastigophoren. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LVI. 1893). — Derselbe, Der Organismus der Choanoflagellaten. Budapest 1897. — Frenzel, J., Über einige merkwürdige Protozoen Argentiniens. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LIII. 1891). — Fresenius, G., Beiträge zur Kenntnis mikroskop. Organismen. (Abh. d. Senckenb. naturf. Ges. Bd. II. 1858). — Fromentel, E., Études sur les Microzoaires etc. Paris 1874. — Gottlieb, J., Über eine neue, mit Stärkemehl isomere Substanz. (Ann. d. Chemie u. Pharmacie. Bd. LXXV. 1851). — Grassi u. Schewiakoff, Megastoma entericum. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLVI. 1888). — Hansgirg, A., Prodromus der Algenflora v. Böhmen. Prag 1886 u. 1892. — Jennings, H. S., Studies on Reactions to stimuli in unicell. organisms. V. (Amer. Journ. of Physiol. Vol. III. 1900). — Kent, S., A Manual of Infusoria. London 1880—1882. — Keuten, J., Die Kernteilung von Euglena viridis (Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. LX. 1895). — Klebs, G., Über die Organisation einiger Flagellatengruppen etc. (Unters. a. d. bot. Inst. Tübingen. Bd. I. 1883). — Derselbe, Über die Organisation d. Gallerte bei einigen Algen u. Flagellaten. (Ebenda Bd. II. 1886). — Derselbe, Flagellatenstudien. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LV. 1892). — Derselbe, Die Bedingung d. Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896. — Meyer, H., Untersuchungen über einige Flagellaten. (Revue suisse de Zool. Bd. V. 1897). — Müller, O. F., Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Hauniae 1786. — Pelletan, J., Note sur la reproduction du Dinobryon stipitatum. (Journ. de micrograph. T. 7, 1883). — Penard, E., Über einige neue oder wenig bekannte Infusorien. (Jahrb. d. Nass. Vereins f. Naturk. Bd. XLIII. 1890). — Perty, M., Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. Bern 1852. — Schewiakoff, Über d. geogr. Verbreitung der Süßwasserprotozoen. (Mém. de l'Acad. d. Sciences de St. Pétersbourg. Série VII. Tome XLI. No. 8. 1893). — Schmidle, W., Über Planctonalgen und Flagellaten aus dem Nyassasee. (Engler's botan. Jahrb. Bd. XXVII. 1899). — Schmitz, F., Die Chromatophoren der Algen. Bonn 1882. — Derselbe, Beiträge zur Kenntnis d. Chomatophoren. (Pringsh. Jahrb. Bd. XV. 1884). — Schulze, F. E., Rhizopodenstudien. (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI. 1875). — Seligo, A., Untersuchungen über Flagellaten. (Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. Bd. IV. 1887). — Stein, F., Der Organismus der Infusionstiere III. 1. Hälfte. Leipzig 1878. — Stokes, A., A preliminary contribution toward a history of the Fresh-Water Infus. of the U. S. (Journ. Trenton Nat. hist. Soc. 1888). — Zumstein, H., Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs. (Pringsh. Jahrb. Bd. XXXIV. 1899).

Merkmale. Mikroskopisch kleine, einzellige, mit einer Ausnahme (*Multicilia*) einkernige, meist scharf begrenzte Organismen, während der aktiven Epoche ihres Lebens, in welcher Ernährung, Wachstum und Fortpflanzung vorwiegend stattfindet, mit einer bis vielen sogen. Geißeln (Flagella) ausgerüstet, die in erster Linie der freien Bewegung dienen. Äußere Begrenzung des Körpers (Periplast) durch eine bloße Hautschicht oder eine feste Plasmamembran gebildet. Die Fortpflanzung findet durch Längsteilung, häufig im beweglichen Zustande statt. Selten Querteilung. Copulationsvorgänge sind noch nie sicher nachgewiesen worden. Viele sind der Bildung von Dauercysten fähig. Ernährung tierisch, saprophytisch, parasitisch oder holophytisch.

Da geißeltragende Stadien auch bei anderen Protozoen vorkommen, muss die Grenze zwischen Flagellaten und den verwandten Organismengruppen schärfer gezogen werden; eine absolute Scheidung kann allerdings nicht durchgeführt werden. Besonders die *Sarkodinen* unter den Protozoen zeigen in ihrer Familie der *Pseudosporeen* sehr viele Ähnlichkeit mit den Flagellaten, so dass z. B. *Ciliophrys* von Bütschli zu den Rhizomastigaceen gestellt wurde. Diese Gattung, sowie *Monas amyli* Cienk. = *Protomonas* Haeckel, und *Pseudospora* unterscheiden sich aber dadurch von den ihnen ähnlichen Rhizomastigaceen, überhaupt von den Flagellaten, dass die Geißel beim Übergang in den Amöbenzustand verloren geht. Zudem haben die Amöbenstadien der Pseudosporeen und der Myxomyceten die Eigenschaft, sich aneinander zu lagern und Plasmodien zu bilden, was bei Flagellaten nicht vorkommt. Auch die stärker differenzierten Heliozoen, z. B. die zu den *Chlamydophora* gehörende *Mastigophrys* Frenzel ist durch den häufigen Verlust und die Neubildung der Geißel ausgezeichnet, während dieselbe bei den Flagellaten viel constanter ist und nur dann abgeworfen und neu gebildet wird, wenn die alte verletzt wurde, oder wenn Dauercysten gebildet werden. Von den *Ciliaten*, zu welchen auch einige geißeltragende Formen Beziehungen haben, unterscheiden sich die Flagellaten durch die Längsteilung und den Besitz eines Kerns mit Binnenkörper, nicht eines getrennten Makro- und Mikronucleus. Die *Trichonymphiden* sollen allerdings keinen Nebenkern besitzen, jedoch ist ihre Entwickelungsgeschichte, speziell der Teilungsmodus so wenig wie bei den übrigen Zwischenformen bekannt, dass hier die Grenze nicht genauer festgestellt werden kann. — Zu pflanzlichen Organismen bestehen auch mancherlei Beziehungen, jedoch unterscheiden sich die *Volvocineen* und *Protococcoideen* von den grünen Flagellaten dadurch, dass sie sich nach 2 oder 3 zu einander senkrechten Richtungen teilen. Außerdem tritt hier häufig eine Cellulosemembran auf, die den Flagellaten meist fehlt. Eine solche besitzen auch die meisten *Peridinialen*; wo denselben eine solche fehlt, wie bei den *Gymnodiniaceen*, haben wir als gutes Unterscheidungsmerkmal die Querteilung. — Der Entscheid, ob eine Form zu den *Chrysomonadineae* oder den *Phaeophyceen* gehört, wird auch durch die Art der Teilung bedingt. So scheint bei den einzelligen braungelben Süßwasserformen der Phaeosporeen (*Entodesmis* und *Phaeococcus* Borzi) die Teilung nach mehreren Richtungen des Raumes stattzufinden. Zudem bilden diese Algen Schwärmer, die einen roten Augenfleck besitzen, während die vegetativen Zellen einen solchen nicht zeigen. — Zwischen Flagellaten und Bakterien besteht eine scharfe Grenze, indem letzteren ein distinkter Kern fehlt; auch die von Künstler beschriebene *Bacterioidomonas*, die eine Zwischenform sein soll, kann die gezogene Grenze wegen der Teilung nach mehreren Richtungen nicht verwischen. — Zu den Pilzen können höchstens die *Chytridiaceen* einen Übergang bilden; dieselben unterscheiden sich jedoch von den Flagellaten durch die simultane Bildung einer großen Anzahl von Tochterzellen.

Vegetative Zustände.

1. Äußere Gestalt. Die Gestalt des Flagellatenkörpers ist äußerst mannigfaltig: kugelig, walzen-, birn- oder plattenförmig, häufig zusammengedrückt oder gewunden und gedreht, auch oft mit merkwürdigen Anhängseln. Die Gestalt ist jedoch bei den einzelnen Individuen nicht constant, sondern oft sehr veränderlich. Unter diesen Gestaltsveränderungen unterscheidet man zwei Arten: die amöboide und die metabolische. Die erstere setzt eine sehr schwache Ausbildung der oberflächlichen Begrenzung voraus. Dadurch wird es dem Plasma ermöglicht, mehr oder weniger feine Ausstülpungen, Pseudopodien, auszusenden, die sich häufig gabeln und sich wie eine zähflüssige Substanz dem Substrate

anlegen. Bei der Metabolie hat das von einer festeren Haut, meist von einer Plasmamembran umgebene Plasma keinen so freien Spielraum. Die Ausstülpungen sind höchstens schlauch-, meistens aber sackförmig (Fig. 63). Diese beiden Arten der Gestaltsveränderung gehen allmählich in einander über. Bei den *Pantostomatineae*, *Protomastigineae* und bei den *Chrysomonadineae* herrscht amöboide Gestaltsveränderung, bei den *Distomatineae*, *Cryptomonadineae*, *Chloromonadineae* und *Euglenineae* die Metabolie vor.

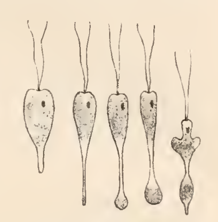


Fig. 63. Schema der Metabolie von *Eutreptia viridis* Perty. (Zum Teil nach Perty.)

2. Plasma am lebenden Organismus meist hyalin bis feinkörnig, farblos; nach Dangeard (1889) soll es bei *Cryptomonas erosa* durch ein in Alkohol und Äther unlösliches Pigment zuweilen violett gefärbt sein. Von einem netzförmigen Verlauf fester Plasmastränge, wie derselbe bei Algen verbreitet ist, kann an lebenden Flagellaten nichts beobachtet werden. Ob die bei der Fixierung und Färbung hervortretenden Stränge (Fig. 64, *D* 1) auch im Leben vorhanden sind, dürfte deshalb schwer zu entscheiden sein. Bei mehreren Formen findet im Plasma lebhafte Rotation statt, so bei *Trepomonas* und bei einigen *Euglenen*. Dabei bleiben aber die wichtigsten Organe, wie Kern, Vacuolensystem und wohl meistens auch die Chromatophoren an Ort und Stelle, so dass man annehmen muss, dass diese Bewegungen sich nicht über das ganze Plasma erstrecken, sondern nur auf mehr oder weniger flüssige Bestandteile beschränkt sind. Bei *Mastigamoeba aspera* soll nach Schulze das körnige Ento- vom hyalinen Ectoplasma, das ausschließlich die Pseudopodien bildet, deutlich zu unterscheiden sein. Dieselbe Differenzierung tritt wieder bei dem hochspecialisierten *Dinema* auf, wo der äußeren Plasmamembran innen ein hyalines plasmolysierbares Ectoplasma anliegt. Die von Bütschli für die Ciliaten nachgewiesene Alveolarschicht wird von Lauterborn für *Rhaphidomonas* (*Vacuolaria* Lauterb.) und *Thaumatomastix*, sowie für *Multicilia* und *Chromulina mucicola* (Zool. Anz. 1898) angegeben. Bei *Vacuolaria* habe ich dieselbe auch beobachtet; bei einer *Chromulina* wäre ihr Vorhandensein auffallend.

3. Die Zellumhüllung, der Periplast, zeigt bei den Flagellaten eine große Mannigfaltigkeit der Ausbildung. Von der amöbenhaften Plasmagrenzschicht findet sich ein langsamer Übergang zu einer deutlichen Plasmahaut, die das Austreten der Pseudopodien verhindert, sich aber zugleich mit der Desorganisation des Körpers auflöst, und weiter zu einer Plasmamembran, welche den Tod der Zelle überdauert und auch chemischen Einflüssen großen Widerstand entgegensetzt. — Bei *Mastigamoeba* und *Cercobodo* ist die äußere Schicht des Plasmas morphologisch nicht differenziert. Ihre relative Festigkeit kann wohl ausschließlich auf Oberflächenspannung zurückgeführt werden. Die Bewegungen im Inneren des Plasmas äußern sich daher in amöboider Gestaltsveränderung des ganzen Zellkörpers. Bei der Chrysomonadine *Chrysamoeba* behält die centrale Region des Plasmas ihre Kugelgestalt bei, während ihre Randschicht Pseudopodien aussendet. Diese Gattung muss aber als rückgebildete Form aufgefasst werden, die nicht aus einer *Mastigamoeben*-artigen, sondern *Ochromonas*-artigen Stammform hervorgegangen ist. *Dimorpha* und *Thaumatomastix* haben neben dem Besitz einer differenzierten Plasmahautschicht die Fähigkeit, an gewissen Stellen das Plasma in der Art von Pseudopodien austreten zu lassen. Bei *Dimorpha* ist diese Eigenschaft wohl primär, während die sonst hoch differenzierte *Thaumatomastix* diese Fähigkeit wahrscheinlich secundär erworben hat. — Die Formen, welche eine deutlich erkennbare Plasmahautschicht besitzen, z. B. die Mehrzahl der Protomastigineae, Distomatineae und Chrysomonadineae, sind meist noch metabolisch, oft auch amöboid, und zwar hauptsächlich am Hinterende. Diese Eigentümlichkeit ermöglicht auch einigen Formen, z. B. *Anthophysa* und *Synura*, an den Hinterenden aneinander zu haften, unter gewissen Umständen aber den gegenseitigen Zusammenhang leicht zu lösen. Eine besondere Stellung nehmen die *Chloromonadineae* und *Multicilia* ein, deren Hautschicht äußerst zart ist, bei denen aber unter letzterer bestimmt differenziertes Plasma gelagert ist, die sogen. Alveolarschicht, Verhältnisse, wie sie bei

7*

den Ciliaten herrschend sind. Die festeste Zellumhüllung treffen wir bei den *Euglenineae.* Zwar zeigt sie auch hier noch große Mannigfaltigkeit, doch ist eine Einheitlichkeit der Organisation nicht zu verkennen. Der Zellkörper wird von einer mehr oder weniger dicken, jedenfalls deutlich vom Plasma gesonderten, aber nicht plasmolysierbaren Haut, der Plasmamembran umgeben, die in den meisten Fällen eine zarte, spiralig-streifige Struktur erkennen lässt. Bald ist sie sehr weich und biegsam, bald wird sie zu einer starren Hülle. Bei der Desorganisation des Tieres bleibt sie anfangs noch erhalten und zeigt sich auch chemischen Reagenzien gegenüber sehr widerstandsfähig. In conc. Essigsäure und Kalilauge ist sie nicht löslich, sondern nur sehr stark quellbar. Auch Fermenten und der Fäulnis widersteht sie, und zwar diejenige der starren Formen wie *Phacus pleuronectes* länger, die der stärker metabolischen, z. B. *Euglena viridis*, weniger lang. Ihrer Substanz nach besteht die Plasmamembran aus stickstoffhaltigen Körpern; sie wird von Jod und Chlorzinkjod gelbbraun gefärbt. Cellulose ist darin also nicht vorhanden. Von Farbstoffen nimmt sie am besten Hämatoxylin auf, aber auch dies in viel schwächerem Maße als das übrige Plasma. Der Plasmamembran liegt das übrige Körperplasma direkt an, ohne eine Differenzierung in eine Alveolarschicht zu zeigen. — Die beiden bei *Cryptoglena* der Plasmamembran anliegenden Schalen gehören wohl schon zu den vom Plasma durch den Periplasten hindurch ausgeschiedenen Hüllen- und Schalenbildungen, doch bleiben sie in viel innigerem Zusammenhang mit der Plasmamembran als letztere. Bei Behandlung derselben mit Chloralhydrat, Essigsäure und Kalilauge lösen sie sich, ohne zu quellen, von der Plasmamembran ab. — Bei der am weitesten differenzierten Peranemacee, bei *Dinema*, liegt unter der Plasmamembran ein helleres Ectoplasma. Bei Plasmolyse bleibt es mit der Plasmamembran verbunden. Sie trägt der Spiralstreifung entsprechend angeordnete Körnchen, die vielleicht mit den Streifen der Plasmamembran zusammen die contractilen Elemente bilden, entsprechend den Myonemen der Ciliaten (Bütschli). Für einige Formen (*Raphidomonas*, *Merotricha* und *Dinema*) werden im Periplasten kleine stäbchenförmige Gebilde beschrieben, die als Trichocysten gedeutet wurden; diese Auffassung ist vielleicht richtig, aber der Nachweis, dass sie als Nesselkapseln dienen, ist noch nicht erbracht worden. Möglicherweise könnten sie auch der Gallertausscheidung dienen.

4. Der Kern. Alle Flagellaten besitzen einen Kern (*Multicilia lacustris* nach Lauterborn mehrere); derselbe ist nur bei wenigen Arten genauer bekannt. Seine Lage ist sehr mannigfaltig; jedoch ist er bei jeder Form an einen bestimmten Platz gebunden und macht die oft auftretenden Circulationen des Plasmas nicht mit. Man darf daher wohl annehmen, dass er in allen Fällen (für einige ist es nachgewiesen), von einigen mit dem Periplast in Verbindung stehenden festeren plasmatischen Strängen getragen wird. Bei wenigen Formen (*Mastigamoeba aspera* und *Trichomonas vaginalis*) liegt er der Geißelinsertion sehr nahe und zeigt dann eine schnabelförmige Verlängerung nach derselben hin. Bis jetzt sind drei mehr oder weniger deutlich von einander abweichende Kerntypen zu unterscheiden:

I. Der einfache Chromatinkern ohne Binnenkörper, ohne Kernmembran, ein kugelig körniges Gebilde, das bei der Teilung Anzeichen einer Mitose erkennen lässt. Bei *Herpetomonas Lewisii* wurde er genau beobachtet; er kommt wohl auch bei *Oxyrrhis* vor (Blochmann).

II. Der bläschenförmige Kern besteht aus äußerer, mehr oder weniger stark ausgebildeter Kernmembran, aus mehr oder weniger gut ausgebildeter Kernsaftzone und einem (oder mehreren) centralen Binnenkörper. Außerdem können noch in der Kernsaftzone Chromatinkörner auftreten. Dieser Kerntypus ist bei den Flagellaten vorherrschend, mit Ausnahme der *Euglenineae.* Die Teilung findet entweder durch einfache Durchschnürung zuerst des Binnenkörpers, dann der Kernmembran (*Bodo jaculans*) statt. — Wo in der Kernsaftzone Chromatinkörner vorhanden sind, werden diese vor der Einschnürung an 2 Polen radiär angeordnet (*Cyathomonas*). Bei *Chromulina* mit dicker Kernmembran und mehreren Binnenkörpern, lösen sich letztere zu Körnchen auf, die sich parallel zur Streckungsachse des Kernes anordnen. Hierauf schnürt sich der Kern ein. Bei anderen Gattungen (*Codosiga*) löst sich das Binnenkörperchen in fadenförmige Chromatinkörper auf, die sich bei der Streckung

des Kernes parallel zur Streckungsachse anordnen und in der Mitte durchgeschnürt werden. Nachher wird der Binnenkörper wieder feinkörnig. Zu diesem Typus gehört wahrscheinlich auch der bei *Megastoma* Grassi Schewiakoff und *Trigonomonas* Klebs beobachtete in der Mitte stets eingeschnürte biscuitförmige Kern. Möglicherweise beginnt hier die zur Teilung führende Einschnürung sehr frühe und bleibt lange erhalten, so dass man gewöhnlich dieses Stadium zu sehen bekommt. Hiermit ist wohl auch Bütschli's (1878) Beobachtung von 2 Kernen bei *Trepomonas* in Zusammenhang zu bringen.

III. Der Euglenakern besteht aus centralem Binnenkörper und radiär ausstrahlenden dicken Chromatinfäden; nur bei der Teilung wird die Kernmembran deutlich. In den lebenden Zellen erscheint der Kern gleichmäßig feinkörnig. Dieser Typus wurde bei der Mehrzahl der *Euglenineae* nachgewiesen. Bei der Teilung wird der Binnenkörper (*Nucleolo-Centrosoma* nach Keuten) gestreckt und die Chromatinfasern mehr oder weniger parallel zur Streckungsrich-

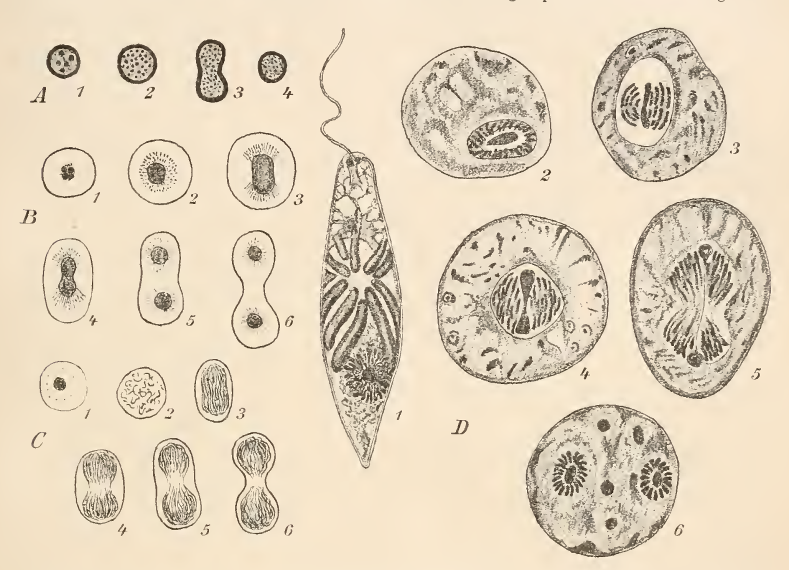


Fig. 64. Kerne und Kernteilungen. *A Chromulina Woroniniana* Fisch. — *B Cyathomonas truncata* Fresen. — *C Codosiga Botrytis* Ehbg. — *D Euglena viridis* Ehbg. (*A—C* nach Fisch (1885); *D* 1 Original; *B* 2—6 nach Keuten (1895).)

tung angeordnet. Sie werden der Länge nach gespalten und ordnen sich nach Durchschnürung des Binnenkörpers und der Kernmembran wieder radiär um den neuen Binnenkörper an. — Bei *Euglena* wurden im Plasma ein bis zwei stark färbbare Körper von unbekannter Natur beobachtet, die mit dem Kern wohl nicht in engerer Beziehung stehen. — Bei *Vacualoria*, deren Kernverhältnisse noch nicht näher untersucht sind, sollen nach Klebs mehrere Binnenkörper vorkommen. — Über das Verhältnis der Kerne der Flagellaten zu demjenigen der höheren Pflanzen und Tiere ist noch wenig bekannt. Nach Keuten soll der Binnenkörper des *Euglena*-Kernes die Eigenschaften von *Nucleolus* und *Centrosom* vereinigen und manche Beziehungen zu der Centralspindel haben, wie sie von Lauterborn bei den Diatomeen (*Surirella*) nachgewiesen wurde. Dem bläschenförmigen Kerne der Flagellaten schließt sich wohl derjenige der Algen enge an.

5. Mundstelle, Nahrungsvacuolen, Mundapparate. Die Aufnahme fester Nahrungsbestandteile geschieht in der mannigfaltigsten Weise. Bei den am wenigsten differenzierten Formen ist jede Stelle der Zelloberfläche dazu befähigt: *Pantostomatineae*. Die Nahrung wird entweder durch Umfließen und Überkriechen der festen Bestandteile

(*Mastigamoeba, Cercobodo*) oder durch Erfassen der Beute mit den strahligen Pseudopodien oder Geißeln (*Dimorpha*, *Pteridomonas* und *Multicilia*) aufgenommen, worauf ein Pseudopodium oder nur eine feine plasmatische Blase, eine Nahrungsvacuole, ausgestülpt wird, welche die Nahrungskörperchen umschließen und ins Innere der Zelle befördern. Unter den weiter differenzierten Formen soll *Collodictyon* auch mit der ganzen Oberfläche feste Nahrung aufnehmen; vielleicht ist aber auch hier wie bei dem verwandten *Tetramitus*, eine bestimmte präformierte Mundstelle thätig. — Mit zunehmender Differenzierung des Plasmakörpers werden die nahrungsaufnehmenden Stellen auf eine einzige Stelle, die immer am Vorderende liegt, oder auf zwei Stellen reduziert. In letzterem Falle (*Distomatineae*) liegen dieselben immer seitlich, ausnahmsweise am Hinterende (*Urophagus*). Die schwächste Differenzierung hat bei den (allerdings nur noch am Vorderende) Nahrungsvacuolen bildenden Formen stattgefunden (*Oicomonadaceae*, *Monadaceae*, *Amphimonadaceae* und einigen *Chrysomonadineae*). An der Geißelbasis ist statt des mehr oder weniger festen Periplasten eine meist ovale Stelle zu erkennen, an welcher das Plasma sozusagen frei zu Tage tritt. Wenn nun infolge der Geißelbewegung ein Nahrungskörper auf diese Stelle geschleudert wird, stülpt sich augenblicklich eine Vacuole aus, in welche derselbe einsinkt. Sie rückt jedoch nicht direkt ins Innere, sondern wandert seitlich wie ein Bruchsack dem Hinterende zu und verschwindet erst dort im Inneren des Plasmas. Auf dieses merkwürdige Verhalten der Nahrungsvacuolen ist die häufig irrtümliche Angabe Kent's von einer Nahrungsaufnahme an jeder beliebigen Stelle des Körpers und die Gründung seiner Gruppe der *Pantostomata* zurückzuführen. Ein Aufbrechen des Periplasten, wie es von Kent abgebildet wird, findet dabei nicht statt. Nicht selten kommt es vor, dass die aufgenommenen Nahrungskörper viel größer sind, als das sie verschluckende Individuum. Die Beute wird trotzdem aufgenommen und von einer feinen Plasmaschicht allseitig umspannt. Die Nahrungsvacuolen können übrigens, wohl bei hungernden Exemplaren, auch vorgebildet sein und umgeben dann die Basis der Geißeln. In einem Falle, bei *Pleuromonas* treten sie auf der Rückenseite auf. — Neben der Geißelbasis erhebt sich oft bei *Oicomonadaceae* und *Monadaceae* ein lippenförmiger Fortsatz, der sich bei der Nahrungsaufnahme über die Mundstelle beugt und dem Einführen des Nahrungsteilchens nachhilft. Während dieses Organ bei den genannten Familien bei genügender saprophytischer Ernährung nicht ausgebildet wird, tritt bei den *Bicoecaceae* ein flach lippenförmiges, halbkreis- bis schief kreisförmiges häutiges Peristom auf, das im letzteren Falle die Geißelbasis ganz umgiebt. Die specielle Funktion ist bei den verschiedenen Formen dieser Peristome noch nicht aufgeklärt, doch dürften sie, wenn auch nicht direkt der Einführung, so doch der Leitung der Nahrungsbestandteile nach der Mundöffnung hin dienen. Zu dieser Funktion ist der bei den *Craspedomonadaceae* auftretende *Kragen* speciell differenziert, wie es im Abschnitt über die Organisation jener Gruppe näher ausgeführt wird (S. 123). In allen Fällen werden auch hier noch Nahrungsvacuolen ausgestülpt. — Bei den meisten weiter differenzierten Formen wird eine größere Stelle als Mund ausgebildet, an der die Nahrungsbestandteile direkt ins Plasma einsinken. Diese Einrichtung findet sich bei *Phyllomitus*, *Oxyrrhis*, bei den *Tetramitaceae* und den *Peranemaceae*, wo eine Mundstelle, bei den *Distomatineae*, wo deren zwei ausgebildet sind. Bei letzterer Gruppe treten häufig Taschenbildungen auf, welche die Mundstelle einseitig überwölben (*Trepomonas*), oder dieselbe liegt unter einer erweiterungsfähigen Spalte oder Klappe, durch deren Bewegung die Nahrungsaufnahme vermittelt wird. Bei den *Peranemaceae* treten zuweilen nach vorn verbreiterte starre Staborgane mit der Mundstelle in Beziehung, die wahrscheinlich durch ihre Vor- und Rückwärtsbewegung eine saugende Wirkung ausüben. (Näheres darüber siehe im Abschnitt über die Organisation der *Peranemaceae*.) Bei *Entosiphon* tritt eine beidendig offene vorstülpbare Röhre auf, durch welche kleine Nahrungsbestandteile eingesogen werden. Bei den meisten *Bodonaceae* (vielleicht auch bei *Scytomonas*) liegt die Mundstelle am zugespitzten Vorderende und hat die Fähigkeit, sich an zartere Membranen anzulegen, sie zu durchbohren und den Inhalt aus den angefallenen Zellen herauszusaugen. Ähnlich müssen auch die Fischparasiten *Costia* und *Costiopsis* organisiert sein. Ein die Nahrung leitender Schlund ist wohl nur bei den mit

Staborganen ausgerüsteten *Peranemaceae* vorhanden. Es wurde von Stein für viele Flagellaten, besonders *Euglenineae*, ein solcher angegeben. Darunter ist aber gewöhnlich der mit dem Vacuolensystem in Verbindung stehende Membrantrichter oder Ausfuhrkanal der Hauptvacuole verstanden. — Die unverdauten Reste der Nahrung werden durch kleine, sich jeweilen neubildende Öffnungen des Periplasten gewöhnlich an bestimmten Stellen ausgeschieden. Bei den meisten Formen am Hinterende (*Euglenopsis*), bei manchen auch vorn (*Oxyrrhis*), ebenso bei den *Craspedomonadaceae*, und zwar innerhalb des Kragens.

6. Bewegungsorgane.

a. Die Geißel. In der einfachsten Form tritt die Geißel als cylindrischer, vorn kurz abgerundeter Faden auf, welcher aus einer dichten Plasmasubstanz besteht. In Wasser und Ammoniak ist sie nach dem Tode sehr stark quellbar; sie verliert jedoch diese Eigenschaft, wenn sie mit wasserentziehenden Mitteln behandelt wird. In Essigsäure und in Kalilauge quillt sie dann nur wenig. Sie nimmt viele Anilinfarben, (Carmin, Eosin, Methylgrün) gar nicht, Methylenblau und Hämatoxylin nur wenig auf. Aus gebeizten und gefärbten Präparaten geht hervor, dass sie bei verschiedenen Formen (*Euglena*, *Monas*) außer dem cylindrischen (schon bei einigermaßen starken Vergrößerungen sichtbaren) Schaft, noch aus sehr zarten Flimmerhaaren besteht, die ein- (*Euglena*) oder zweizeilig (*Monas*) an dem Geißelschaft angeheftet sind. Diese Art der Geißel wird von Fischer als Flimmergeißel bezeichnet. (Fig. 65 *B* und *C*). Die sog. Peitschengeißeln haben keine seitlichen Wimperhaare, sondern am Vorderende des Schaftes ein dünnes, fadenförmiges Stück, das 2—3 mal so lang ist als der Schaft (Fig. 65 *A*). Dasselbe ist in keiner auffallenden Weise am Schafte befestigt, sondern letzterer geht allmählich in das dünne cylindrische Endstück über; es wird bei der Bewegung des mehr oder weniger biegsamen Schaftes wie die Schnur einer Wagenpeitsche mitgeschwungen (*Bodo*). Bei den beiden besprochenen Geißelarten war der Schaft in seiner ganzen Länge beweglich; bei einigen stark differenzierten *Peranemaceae*, z. B. *Heteronema*, *Peranema*, *Urceolus*, ist der Schaft an seiner Basis bedeutend dicker als an der Spitze und während der Bewegung gewöhnlich in der Richtung der Ortsveränderung gerade nach vorn gestreckt. Nur der vorderste conisch zulaufende Teil zeigt eine schlängelnde Bewegung. Im unteren mehr oder weniger starren Teil kann man eine Sonderung in eine äußere und eine innere Schicht schon am Leben beobachten, während ähnliche Strukturen bei Flimmer- und Peitschengeißeln wohl auch bei der Beizung sichtbar werden, dann aber auf secundäre Veränderungen zurückzuführen sind, in gleicher Weise, wie die von Künstler (Bull. soc. zool. France 1882) beobachtete körnerartige Struktur (Fig. 65 *A*). Ob diese conisch zugespitzten Geißeln zu den Flimmer- oder Peitschengeißeln gehören, müssen

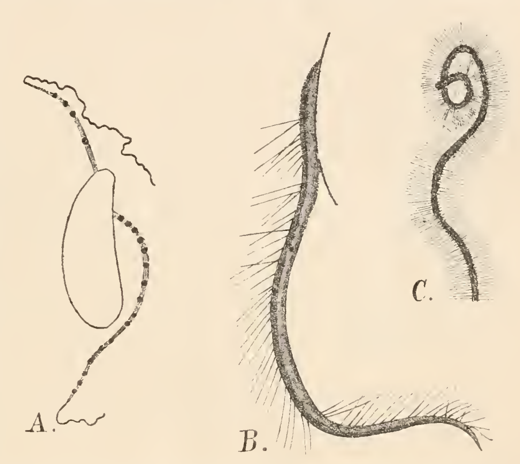


Fig. 65. *A Bodo* sp. mit Peitschengeißeln; dieselben infolge ungünstiger Einflüsse mit Körnchenstruktur, (1500/1). — *B Euglena* sp. Flimmergeißel, (1500/1). — *C Monas Guttula* Flimmergeißel mit 2 gegenüberliegenden Flimmerreihen (1500/1). (Nach Fischer (1894).)

spätere Untersuchungen erst noch lehren. Jedenfalls sind sie nur bei einigen *Peranemaceae* vorhanden; die meisten Abbildungen in der Litteratur lassen jedoch die Geißeln aller Flagellaten in eine feine Spitze auslaufen. Wie schon Bütschli betont, ist dies in der Mehrzahl der Fälle falsch.

Die Länge der Geißel variiert je nach der Art oder Gattung. Kommt sie nur in der Einzahl vor, so ist sie meist so lang oder länger (bis 6 mal) als der Körper. Oft steht neben der Haupt- noch eine kleine Nebengeißel, die meist $^1/_4$—$^1/_2$ körperlang (*Anthophysa, Ochromonas*) oder noch kürzer sein kann (*Distigma, Sphenomonas*). Die Dicke der Geißeln schwankt auch ziemlich stark; 0,5 μ wird wohl auch von den dicksten nicht überschritten. Andererseits muss bemerkt werden, dass mit guter Immersion auch die feinsten Geißeln doppelt contouriert erscheinen. Im Verhältnis zur Körpergröße wurden sie in der Litteratur bisher meist zu dünn gezeichnet.

Bei der großen Mehrzahl der Flagellaten stehen die Geißeln an einer bestimmten, als Vorderende zu bezeichnenden Stelle; auch in den Fällen, wo eine Geißel nach rückwärts gerichtet ist, entspringt sie wohl immer auch am Vorderende neben der anderen vorwärtsgerichteten (*Cercobodo, Heteronema, Hexamitus*). Nur bei der Gattung *Multicilia* Lauterb. sind die Geißeln gleichmäßig über den ganzen Zellleib verteilt; derselbe ist auch sonst noch vollständig vielachsig. — Die Art der Insertion ist nur in wenigen Fällen sicher festgestellt. Sie scheint jedoch überall aus der unter dem Periplasten liegenden Plasmaschicht zu entspringen. Dafür spricht auch die leichte Neubildung dieses Organes, die ja nicht so leicht möglich wäre, wenn das Material erst dem differenzierten Periplast müsste zugeführt werden. Bei *Dimorpha mutans* setzen sich die Geißeln bis zu einem, dem Centralkorn der Heliozoen wohl analogen Gebilde, eine Strecke weit in den Körper hinein fort. — Das Abwerfen der Geißel wird wohl immer infolge äußerer Einflüsse beobachtet, sei es dass sie selbst beschädigt wurde, oder dass die Zelle ebenfalls infolge äußerer Einflüsse in den Ruhezustand übergeht. Eine Resorption der Geißelsubstanz durch die Flagellate, wie sie schon öfters angegeben wurde, wird durch die von der Spitze ausgehende Verquellung und Aufrollung der Geißel vorgetäuscht; schließlich sitzt sie als feines Kügelchen am vorderen Zellende, wird dann aber abgeworfen. Endlich mag noch auf den Unterschied zwischen Geißeln und Cilien, sowie zwischen Geißeln und Pseudopodien hingewiesen werden. Von letzteren unterscheiden sie sich durch ihre Constanz in Gestalt, Länge und Dicke. Die Cilien sind im allgemeinen kürzer und feiner als die Geißeln, immer in großer Zahl zu Locomotionsapparaten vereinigt, wobei ganze Cilienreihen sich miteinander bewegen, während z. B. auch die zahlreichen kurzen Geißeln von *Spironema* individuelle Bewegung zeigen.

b. Undulierende Membranen. Neben den Geißeln treten, allerdings nur bei parasitischen Flagellaten, sogen. undulierende Membranen auf, die sich vom Vorderende als schmale Säume den Körper entlang nach hinten erstrecken. Sie sind mit den Geißeln, sowie mit dem Periplast in nahe Beziehung zu bringen, da sie sich Reagenzien gegenüber wie jene verhalten. Sie scheinen bei *Trypanosoma* und *Trichomonas* nur aus einer Falte des Periplasten zu bestehen, die mit ihren Wellenbewegungen die am vorderen Körperpol befindlichen Geißeln unterstützt; sie ist nicht immer typisch ausgebildet, wenigstens nicht bei *Trypanosoma*. Bei *Herpetomonas* ist die undulierende Membran stets deutlich. Hier besteht sie nicht nur aus einer Periplastfalte, sondern sie tritt in enge Verbindung mit der Geißel. Dieselbe lässt sich, besonders in gefärbten Präparaten, vom freien Vorderende im äußeren Saum der Membran bis in das hintere Körperviertel verfolgen, wo sie in einem kurzen, stabförmigen, stark lichtbrechenden Körper endigt. Derselbe ist wie der Periplast färbbar; da von ihm die Bewegungen von Membran und Geißel ausgehen, und er auch bei der Zellteilung vor der Geißel entsteht, ist er als Wurzel derselben, als Blepharoplast, und als solcher wohl auch als Bewegungscentrum aufzufassen. Bei *Trypanosoma* und *Trichomonas* scheint keine so innige Verbindung zwischen Membran und Geißel, und auch kein Blepharoplast zu bestehen. — Die Thatsache, dass eine solche undulierende Membran nur bei streng

parasitischen Formen ausgebildet wird (die Ectoplasma-Säume von *Trimastix* und *Bodo limbatus* haben wohl keine selbständige Bewegung), deutet darauf hin, dass die Organismen der Erschwerung der Bewegung in dem dichteren Medium (Blut, Schleim etc.) durch die Bildung eines wirksameren, eine größere Fläche bietenden Organs entgegentraten.

7. Contractile Vacuolen. Mit Ausnahme einiger streng parasitischer und der marinen Formen zeigen alle Flagellaten contractile Vacuolen, die durch ihre Pulsationen wahrscheinlich den Stoffaustausch zwischen dem umgebenden Medium und der Zelle bewirken. In allen Fällen entsteht ein solches Flüssigkeitströpfchen durch das Zusammenfließen noch kleinerer Flüssigkeitspartikelchen. Je mehr solcher secundärer Bläschen sich in die größere Blase entleeren, desto mehr schwillt sie an: sie befindet sich im Stadium der Diastole. Hat sie eine gewisse Größe erreicht, was bei bestimmten äußeren Verhältnissen (Temperatur etc.) nach einer für jede Art bestimmten Zeitdauer erfolgt, sinkt sie plötzlich zusammen und giebt bei dieser Systole ihren Flüssigkeitsinhalt ab, und zwar wohl in allen Fällen nach außen, was am klarsten aus den Vorgängen bei *Vacuolaria* hervorgeht (Fig. 124 *A*, 2—4). Die Thätigkeit der contractilen Vacuole ist somit nicht mit dem Herzen der Tiere zu vergleichen, das die Blutflüssigkeit durch seine Contractionen in den Körper hineintreibt; im Gegenteil, sie sammelt die im Körper vorhandene Flüssigkeit und entleert sie nach außen, wodurch der Turgor der Zelle vermindert und die Aufnahme frischen Wassers veranlasst wird. Bei den marinen Formen besteht ein der contractilen Vacuole entsprechender Raum (*Rhodomonas, Anisonema*); er zeigt jedoch keine Pulsationen. Bei den Formen, bei welchen die contractilen Vacuolen den angegebenen Bau zeigen, sind sie meist in der Ein- oder Zweizahl vorhanden; nur bei *Multicilia*, bei einigen *Chrysomonadineae* und nach Blochmann auch bei *Dimorpha* Gruber sind sie zahlreich, ohne jedoch zu einem System vereinigt zu sein. Ihre Zahl und Lage ist für jede Species charakteristisch. Bei *Trepomonas* und *Hexamitus* wandert die Vacuole zwischen zwei Systolen im Körper umher und kehrt zur Entleerung an die Ausgangsstelle zurück. — Diese einfach gebauten Vacuolen liegen immer peripher, und können deshalb ihren Inhalt leicht nach außen entleeren. Bei den *Chloromonadineae* und *Euglenineae* haben sich jedoch diese Organe zu einem System entwickelt. Bei *Vacuolaria* entstehen mehrere Vacuolen kurz nach einander, fließen zusammen, und nun entleert sich die große resultierende nach außen, während hinter ihr schon wieder andere entstanden sind (Fig. 124 *A*, 2—4). Bei anderen Formen derselben Familie (*Rhaphidomonas* und *Thaumatomastix*) hat sich eine constant vorhandene, nach außen offene, nicht mehr pulsierende Hauptvacuole ausgebildet, in welche sich die seitlich entstehenden Nebenvacuolen abwechselnd entleeren (Fig. 125). Bei den *Euglenineae* finden wir diese Differenzierung in Haupt- und Nebenvacuolen auch, jedoch ist der ganze Apparat weiter in den Körper hineingesenkt. Die Hauptvacuole wird zuweilen durch einen feinen, mehr oder weniger langen Ausfuhrcanal mit dem äußeren Medium verbunden (Fig. 130 *B* 3; Fig. 133 *A* 2), zuweilen diffundiert die Flüssigkeit direkt durch das Plasma nach außen (Fig. 66). Die meist einzeln vorhandenen (es sind seltener mehrere) Nebenvacuolen entstehen durch Zusammenfließen kleinerer Bläschen. — Bei den *Peranemaceae* scheint der Ausfuhrcanal nicht in der Mundöffnung, sondern besonders, am Grunde der Geißel (bei *Urceolus* im Grunde des großen Trichters) zu endigen. Nach Entz (1883) soll bei *Eutreptia* die Hauptvacuole nur Wasser in den Körper pumpen, während sich die Nebenvacuole durch einen besonderen Canal in den Schlund ergieße. Da jedoch die Systole mit der Vergrößerung der Hauptvacuole zusammenfällt, und man ein Eindrücken ihrer Haut durch die sich entleerende Nebenvacuole beobachten kann, ist die Ansicht von Entz wohl nicht richtig. — Der bei einigen *Chrysomonadineae* (*Microglena*, *Mallomonas* und *Chrysamoeba*) auftretende Flüssigkeitsbehälter (Stein's Leibeshöhle) steht in keiner Beziehung zu den contractilen Vacuolen. Er ist



Fig. 66. *Euglena Ehrenbergii* Klebs. Vorderende mit Membrautrichter, dunklem Augenfleck, Haupt- und Nebenvacuole. Letztere mit einem Kranz der Vacuolen III. Grades, (600/1). (Nach Klebs (1883).)

eher als Analogon des Flüssigkeitsbehälters der Peridineen und der pflanzlichen Zellsaftblase aufzufassen.

8. Augenfleck, Stigma und Mundleiste. Viele Flagellaten (einige *Protomastigineae*, *Chrysomonadineae*, *Euglenaceae*) tragen meist in der Nähe des Vorderendes einen (selten zwei) ei-, stab- oder scheibenförmigen roten Körper, den Augenfleck. Er besteht aus einer zuweilen körnigen, durch eine ölige Substanz (Lipochrom, Zopf) rotgefärbte Plasmaschicht. Bei den *Monadaceae* und *Chrysomonadineae* ist er ei- bis kurz stabförmig. Bei ersteren liegt er im Plasma, bei letzteren ist er dem Vorderende einer Chrysochromplatte angelagert und wird bei der Teilung neugebildet (Iwanoff). Bei den *Euglenaceae* ist der Augenfleck scheibenförmig, etwas gewölbt, der Hauptvacuole anliegend (bei *Cryptoglena* einem Chlorophor). Das Vorhandensein von kugel- oder linsenförmigen Paramylonkörnern (Krystall- und Linsenkörper) die nach Francé dem Augenfleck der Euglenaceen eingelagert sein sollen, ist sehr zweifelhaft. Bei der Teilung wird er der Länge nach gespalten (Zumstein). — Der Augenfleck ist nach Engelmann (1882) als ein mit der Lichtempfindung (in geringerem Maße mit der Wärmeempfindung) in Verbindung stehendes Organ aufzufassen.

Mit dem Augenfleck wurde auch schon die kurz stabförmige »Mundleiste« mancher *Monadaceae* in Beziehung gebracht. Dieselbe liegt auch an der Geißelbasis und besteht ebenfalls aus vielen aneinander gelagerten, stark lichtbrechenden Körnern. Bedeutung unbekannt.

9. Die Chromatophoren. An verschiedenen Punkten der Entwickelungsreihe haben sich bei den Flagellaten grüne, gelbe oder braune bis rote Chromatophoren ausgebildet. Dieselben bestehen, wie diejenigen der Algen und anderer Pflanzen, aus einem plasmatischen Stroma, welches den Farbstoff, bei den *Chrysomonadineae* einen dem Diatomin verwandten, vielleicht damit identischen Stoff, das Chrysochrom trägt, bei den *Euglenaceae*, *Chloro-* und *Cryptomonadineae*, Chlorophyll oder Modificationen desselben. Bei *Rhodomonas* tritt Phycoerythrin auf. Die gelben Farbstoffkörper der *Chrysomonadineae* sind gewöhnlich als längliche Bänder, zuweilen als runde Scheiben ausgebildet und zeigen keine weitere Differenzierung, als dass sie, wie bemerkt, häufig an ihrem vorderen Ende den roten Augenfleck tragen. Von einem nackten Pyrenoid ist nach Klebs (1896) auch bei *Hydrurus* nichts vorhanden. Bei *Cryptomonas* sind zwei schalenförmige grüne, braune bis gelbe Chromatophoren vorhanden, wovon der eine der Bauch-, der andere der Rückenseite anliegt. Über die Natur des braunen und gelben bei diesen Formen auftretenden Farbstoffes ist noch nichts näheres bekannt. Bei den *Chloromonadineae* sind die Chromatophoren als ovale bis runde einfache Scheiben ausgebildet, die bei *Chloramoeba* im Dunkeln farblos werden können. Die Chromatophoren sind am stärksten differenziert bei den *Euglenaceae*. Im einfachsten Fall sind sie scheibenförmig, unregelmäßig unter der Plasmamembran verteilt. Sie werden aber häufig bandförmig und ordnen sich dann zuweilen sternförmig an, wobei bei ihrer Berührungs-, vielleicht auch Verbindungsstelle ein zweischaliges Paramylonpyrenoid auftreten kann. Letztere Gebilde kommen auch oft bei den scheibenförmigen Chromatophoren vor. Der Mitte derselben lagert sich jederseits eine halbkugelige, farblose, stark lichtbrechende Masse an. Dieses »nackte« Pyrenoid, das z. B. bei *Euglena deses* vorkommt, wird in den meisten Fällen von einer dünnen Paramylonschale überwölbt, jedoch nicht unmittelbar, indem sich zwischen Schale und Pyrenoid eine dünne Schicht einer unbekannten Substanz einlagert (Fig. 67 *B*). Das ganze beschalte Pyrenoid (nach Klebs Paramylonkern) erscheint als stark lichtbrechendes, linsenförmiges Gebilde.

Nach Bohlin (1897) kann *Chloramoeba*, nach Zumstein (1898) auch *Euglena gracilis* nach Belieben grün oder farblos kultiviert werden, je nachdem man sie auf vorwiegend holophytische oder saprophytische Ernährung anweist. Es gelang Zumstein, nachzuweisen, dass in den farblosen *Euglenen* kleine Leukoplasten vorhanden sind. Somit stimmen diese Verhältnisse im allgemeinen mit denjenigen bei den Algen vorkommenden überein, jedoch können die hochdifferenzierten Chromatophoren der *Euglenaceae* nicht als Vorgänger der einfacheren Algenchromatophoren angesehen werden. Bei den *Chrysomona-*

dineae werden bei ausschließlich saprophytischer Ernährung die Chromatophoren etwas reduciert, aber ihre Bildung wird nie ganz unterdrückt.

Bei der Zellteilung vermehren sich die Chromatophoren durch Durchschnürung oder durch Längsspaltung.

10. Stoffwechselprodukte. Das verbreitetste Stoffwechselprodukt der Flagellaten ist fettes Öl. Es tritt in kleinen, stark lichtbrechenden Tröpfchen auf und ist nur für wenige Formen noch nicht nachgewiesen worden. Besonders in Dauerzellen ist es oft in großer Fülle vorhanden. Über die Art und die Bedingung seiner Entstehung ist noch nichts näheres bekannt.

Besser untersucht ist das hauptsächlich für die *Euglenineae* charakteristische Paramylon, das die gleiche empirische Zusammensetzung hat wie die Stärke ($C_6H_{10}O_5$), jedoch in seinen Eigenschaften bedeutend davon abweicht. Es tritt in längeren oder kürzeren, auch ring- oder scheibenförmigen, concentrisch geschichteten Körpern auf, die sich durch sehr starke Lichtbrechung auszeichnen. Zuweilen ist die Ausbildung eines oder zweier großer (neben kleineren) Paramylonkörner für eine Species charakteristisch. Säuren gegenüber ist es sehr widerstandsfähig, quillt dagegen schon in 6 %iger Kalilauge und löst sich darin auch bald. Das Paramylon entsteht unabhängig von den Chromatophoren (ausgenommen das der Pyrenoide) im Plasma und stellt einen Reservestoff dar. Ein starker Verbrauch tritt bei Veränderung der äußeren Lebensbedingungen ein (Zumstein). Das Paramylon kommt bei den *Euglenaceae*, *Astasiaceae* und bei den *Peranemaceae* vor; möglicherweise sind auch die bei *Cryptomonas* meist in der Zweizahl auftretenden, stark lichtbrechenden Körner hierher zu zählen.

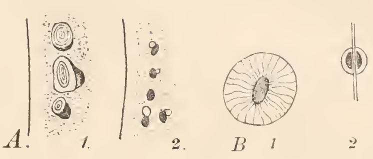


Fig. 67. *A Chilomonas Paramaecium* Ehrbg. Stärkebildner bei 1 mit großen, bei 2 mit kleinen Stärkekörnern. — *B Euglena.* Chlorophyllträger mit Paramylonkern. 1. *E. deses* Ehrbg. Organ von der Fläche gesehen. 2. *E. velata* Klebs. Organ im Durchschnitt gesehen, (800/1). (*A* nach Fisch (1885); *B* nach Klebs (1883).)

Bei den *Cryptomonadineae* wird Stärke gebildet, und zwar nicht nur von den mit Chromatophoren versehenen Formen, sondern auch von der farblosen *Chilomonas*. Die Körner entstehen nach Fisch (1885) wie bei den höheren Pflanzen an kleinen Stärkebildnern. Über Bildung und Verbrauch der Stärke bei verschiedenen äußeren Bedingungen ist noch nichts bekannt.

Als ein bisher nur bei den Flagellaten bekannt gewordenes Assimilationsprodukt wird bei den *Chrysomonadineae* und einigen *Monadaceae* Leucosin gebildet, das in Form kleinerer oder größerer, farbloser, nicht sehr stark lichtbrechender Ballen meist im Hinterende aufgespeichert wird. Es ist in Wasser löslich, verschwindet in den meisten Reagentien; es ist wohl ein Kohlehydrat. — Ein glykogenartiger Körper, der bei vielen Ciliaten als Stoffwechselprodukt auftritt, kommt bei *Hexamitus* und *Urophagus* in stark lichtbrechenden kugeligen Massen vor (mit Jod weinrote Färbung, die beim Erwärmen verschwindet, beim Erkalten wieder auftritt).

Wohin man die bei *Sphenomonas* vorkommende Schleimkugel zählen soll, ist unbekannt; zweifellos ist aber dieser Körper auch als Stoffwechselprodukt aufzufassen.

Neben einigen noch völlig unbekannten Zelleinschlüssen (vergl. Klebs (1883 pag. 273, 274) tritt bei den *Euglenaceae* zuweilen ein roter Farbstoff, das Hämatochrom (Lipochrom Zopf) in kleinen Tröpfchen auf. Es kann den ganzen Organismus, und dieser seinerseits ganze Teiche rot färben (*Euglena sanguinea*). Das Chlorophyll ist wohl immer noch vorhanden, wird aber von der roten Farbe verdeckt. Niedere Temperatur und starkes Sonnenlicht scheinen Bildung von Hämatochrom zu begünstigen; seine physiologische Bedeutung ist unbekannt.

11. Hüllen-, Stiel- und Coloniebildung. Die ursprünglich nackte Zelle der Flagellaten wird häufig von mehr oder weniger eng anliegenden Hüllen oder Schalen umgeben. Wie Klebs (1883 und 1892) nachgewiesen hat, werden alle diese Gebilde vom

Protoplasma durch den Periplasten hindurch ausgeschieden und sind nicht verquollene alte Membranen (Fig. 68).

Gelegentliche Ausscheidung weicher Gallerte ist bei sehr vielen, besonders mit Chromatophoren versehenen Formen (*Euglenaceae*, *Chloro-* und *Chrysomonadineae*) häufig. Durch ungünstige Verhältnisse (Druck, Zusätze von Reagenzien) treten aus dem Periplasten geschlängelte Gallertfäden, die durch ihre nachträgliche Verquellung die Zelle in einen losen Mantel einhüllen. Mit dieser gelegentlichen Gallertausscheidung muss auch die Bildung von Gallerthüllen durch Dauercysten in Beziehung gebracht werden (darüber siehe im Abschnitt über Cystenbildung). Manche Flagellaten (*Chromulina*, *Hydrurus*, *Cryptomonas*, zuweilen auch *Euglenen*) teilen sich unter Verlust der Geißeln in sogen. Teilungscysten. Dadurch, dass sich die Teilungen zuweilen folgen, ohne dass die Tochterzellen als bewegliche Zellen austreten, entstehen größere, durch mehr oder weniger starke Gallertausscheidung ausgezeichnete Complexe, ähnlich wie beim Palmellastadium der Protococcoideen. Bei einigen Formen (*Hydrurus*, *Naegeliella* und *Phaeocystis*) haben diese Complexe von Teilungscysten eine bestimmte Gestalt. Beim Übergang in das geißeltragende Stadium wird die Gallerte wohl von der sich befreienden Zelle zur Quellung gebracht. Zuweilen scheiden aber die Zellen während des geißeltragenden Stadiums größere Mengen von Gallerte aus. Bei *Syncrypta*, *Uroglena*, *Sphaeroeca* und *Protospongia* entstehen so unregelmäßige oder kugelige Colonien, die zuweilen durch ein Stielgerüst gefestigt werden. Bei *Spongomonas* wird die Gallertbildung auf einen einfachen, kurz gestielten Mantel beschränkt, während bei den übrigen *Spongomonadeae* und *Phalansterium* die Gallertausscheidung am Hinterende am lebhaftesten ist, wodurch baumförmig verzweigte, bei *Rhipidodendron* in einer Ebene ausgebreitete fächerförmige Colonien entstehen. Bei *Botryomonas Schmidle* ist die Gallertsubstanz Reagenzien gegenüber äußerst widerstandsfähig; ihre Eigenschaften sind derjenigen der Pilzcellulose ähnlich. Die meisten dieser Gallertausscheidungen sind nicht homogen, sondern enthalten in einer annähernd homogenen Grundsubstanz gleichmäßig verteilte, aber in der peripheren Schicht fehlende, scheiben- bis eiförmige Körner, welche sich schon im Leben durch stärkere Lichtbrechung, bei Behandlung mit Farbstoffen durch intensivere Färbung auszeichnen. Kent fasste dieselben als ausgeschiedene Nahrungsreste auf, doch ist dies z. B. bei *Phalansterium* nicht möglich, indem diese Form saprophytisch lebt. Viel wahrscheinlicher werden diese dichteren Körner wie die übrige Gallerte von den Flagellaten wohl zur Festigung der Colonie ausgeschieden. Häufig sind die Gallert-, zum Teil auch die Schalenbildungen der Flagellaten rotbraun bis schwarz gefärbt; diese Eigentümlichkeit beruht auf der Einlagerung von Eisenoxydhydrat, worauf diese schon ausgeschiedenen Substanzen eine große Anziehungskraft ausüben müssen, da sie die geringsten, sonst nicht nachweisbaren Mengen von Eisen binden können.

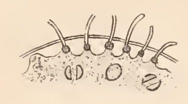


Fig. 68. *Euglena velata* Klebs. Querschnitt durch einen Teil d. Zelloberfläche. Zusammenhang der ausgeschiedenen Schleimfäden mit den peripheren Anschwellungen des Plasmas. Tiefer liegen Paramylonkerne. (Nach Klebs (1883); Schema.)

An die Gallertausscheidung der *Spongomonadeae* schließt sich diejenige von *Anthophysa* an. Hier sind die Zellen zu köpfchenartigen Colonien vereinigt, welche an verzweigten Stielen sitzen. Die mit den Hinterenden vereinigten Zellen scheiden einen gemeinsamen, zuerst farblosen, später braun werdenden, mehr oder weniger biegsamen Stiel aus, dessen Oberfläche häufig mit Körnern beklebt erscheint. Nach Kent sollen dies zugleich mit der Gallerte ausgeschiedene Nahrungsreste sein. Der anfangs dünne Stiel nimmt später wohl infolge von Quellung an Dicke beträchtlich zu und lässt dann auch eine tauähnliche, schraubig-streifige Struktur erkennen, deren einzelne Stränge man wohl als die von jedem Individuum ausgeschiedene Gallertsubstanz auffassen muss. Wodurch die Zweiteilung der Colonien, somit die Gabelung der Stiele hervorgerufen wird, ist unbekannt. Ähnliche Bildungen zeigen *Cephalothamnium* und *Dendromonas*, deren Ausscheidungen starr hyalin sind mit chitinösem Aussehen.

Während bei diesen beiden Gattungen (vielleicht auch bei *Stylochrysalis*) die

Ausscheidung von Stielsubstanz auf das Hinterende beschränkt ist, bilden Vertreter fast aus allen Flagellatengruppen hornartige, gestielte oder nicht gestielte Gehäuse aus, worin sie entweder frei oder mit dem Hinterende daran befestigt leben. Über die Art dieser Gehäusebildung sind wir nur bei zwei Typen unterrichtet; doch spricht alles dafür, dass sie überall in derselben Weise geschehe. Wo das Gehäuse dem Körper dicht anliegt, (*Chrysococcus*) wird die Hülle vom Protoplasma allseitig ausgeschieden. Wo jedoch die Hülle viel größer ist als das darin lebende Individuum (*Dinobryon*), wird das Gehäuse allmählich gebaut, indem zuerst der untere Teil wohl allseitig zugleich gebildet wird, dann aber der Zellkörper sich ausstreckt, um auch den äußeren meist weiteren Teil des Gehäuses zu bilden. Dabei nimmt er die Gestalt an, welche das Gehäuse dort erhalten soll, und scheidet so, im ganzen zu bauenden Gehäuse herumwandernd, nach und nach dasselbe aus. Nach Vollendung des Baues zieht sich die Zelle wieder in den unteren Teil zurück (Fig. 119 *A*, 4—6). Merkwürdig ist der bei *Chrysopyxis* vorhandene Ring, welcher beim Herumwandern des nackten Individuums um einen Algenfaden ausgeschieden wird. Die Stielbildung an den Gehäusen ist auf stärkere Substanzausscheidung am Hinterende zurückzuführen. Über die Entstehungsweise der Stacheln und Nadeln, die an vielen Gehäusen auftreten (*Trachelomonas*, *Mallomonas*, *Chrysosphaerella* etc.) fehlen genauere Angaben.

Zweifelhaft ist es auch, wozu man die ziemlich dünnen, aber weichen, eng anliegenden Hüllen von *Microglena* und *Hymenomonas* zählen soll. Die zuweilen vorhandenen dichteren Gallertkörner deuten auf eine Analogie mit der Gallerte der *Spongomonadeae* hin. — Schließlich müssen die Körneranlagerungen erwähnt werden, die bei verschiedenen *Peranemaceae* (*Urceolus* und *Petalomonas*) beobachtet wurden. Ob man es mit einem Ausscheidungsprodukt oder einer Anlagerung von Fremdkörpern zu thun habe, ist noch nicht entschieden.

Alle diese Gehäusebildungen sind den Zellmembranen der Pflanzen zu vergleichen. Leider ist im allgemeinen über ihr chemisches Verhalten noch wenig bekannt, jedoch deutet die Cellulosereaction der Dinobryongehäuse darauf hin, dass nicht nur morphologische Übereinstimmung, sondern auch ein genetischer Zusammenhang besteht. Dass andererseits die dicht anliegenden Hüllen vieler *Chrysomonadineae* (*Synura*, *Mallomonas*, *Microglena* etc.) noch nicht als eigentliche Membranen aufgefasst werden dürfen, geht daraus hervor, dass diese Gebilde von dem nackten Individuum leicht verlassen werden können.

Vermehrung. Die Vermehrung geschieht nur durch vegetative Zellteilung, und zwar in den meisten Fällen durch Längsteilung. Typische Querteilung ist bisher nur bei *Oxyrrhis* ausschließlich nachgewiesen worden. Die Angaben über Querteilung innerhalb von Gehäusen oder Gallerthüllen (*Stylochrysalis*, *Stylococcus*, *Phalansterium*) sind möglicherweise durch vorherige oder nachträgliche Lageveränderung zu erklären.

Der eigentlichen Zellteilung geht eine Verdoppelung der Hauptorgane voraus, so des Kernes (siehe im Abschnitt: Der Kern), der contractilen Vacuolen, zuweilen auch des Augenflecks und der Geißeln. Über die Art der Vacuolenvermehrung wissen wir nichts näheres; der Augenfleck teilt sich bei *Euglena* der Länge nach (Mitteilung von Zumstein). Bei *Uroglena* wird er neu gebildet (Iwanoff). Über die Art der Vermehrung der Geißeln stehen sich zwei Ansichten gegenüber. Nach Clark, sowie Dallinger und Drysdale sollen sich die alten Geißeln, vorn beginnend, der Länge nach spalten. Völlig beobachtet wurde eine solche Spaltung nie, dagegen sahen Pelletan bei *Dinobryon* und Klebs bei *Euglena* die neuen Geißeln aus dem Körperplasma hervorwachsen. Letzterer Vermehrungsmodus ist als der allgemein verbreitete aufzufassen.

Während die Vermehrung der inneren Organe (mit Ausnahme der Chromatophoren und des Augenflecks), wahrscheinlich bei allen Flagellaten in derselben Weise vor sich geht, muss man bei der Zweiteilung des ganzen Zellleibes zwei Gruppen unterscheiden. Die einen teilen sich im geißeltragenden, frei beweglichen Stadium (die meisten farblosen Formen), während bei den anderen die Teilung in einem durch Gallerthüllen charakterisierten Ruhezustand, in »Teilungscysten« vollzogen wird, wobei die alten

Geißeln verloren gehen. Bei der Teilung im geißeltragenden Zustand beginnt die Einschnürung an der Geißelbasis und setzt sich nach hinten fort. Die neu entstehenden Vorderenden weichen alsbald auseinander, bis schließlich ihre Längsachsen die gleiche Richtung haben. Solche am Hinterende noch miteinander vereinigte Schwesterzellen wurden schon wiederholt als Querteilungsstadien aufgefasst.

Bei *Pleuromonas jaculans* kommt eine Art Längssegmentation oder Knospung zustande, indem sich nach Verdoppelung des Kernes eine anfangs geißellose Tochterzelle der Länge nach abschnürt und erst nachträglich Geißeln ausbildet. An diese Art der Längsteilung schließt sich diejenige von *Herpetomonas* an, bei welcher kleinere Tochterindividuen der Länge nach abgespalten werden, die meistens noch längere Zeit an den Hinterenden mit dem Mutterorganismus verbunden bleiben und auf diese Weise rosettenförmige, Anthophysa-ähnliche Colonien bilden, in denen aber die ursprüngliche Mutterzelle an ihrer großen undulierenden Membran noch deutlich zu erkennen ist (Fig. 78 *A*, 5 und 6).

Die meisten mit Chromatophoren versehenen Flagellaten (Ausnahmen bilden einige *Chrysomonadineae*) teilen sich nach Verlust der Geißeln, und zwar wenige ohne Ausscheidung einer Hülle (z. B. *Euglena spirogyra* und *gracilis*), die meisten innerhalb einer abgerundeten »Teilungscyste« mit Gallerthülle. Obgleich sich die jungen Zellen nach wiederholter Teilung, den Raumverhältnissen sich anpassend, oft tetraedrisch anordnen, entstehen sie erwiesenermaßen durch Längsteilung. Dadurch dass die Teilungen sich öfter folgen, ohne dass die jungen Zellen ihre Teilungscysten verlassen, entstehen oft große palmellaähnliche Zellcomplexe, die zuweilen je nach der Gattung, charakteristische Gestalt annehmen (*Chromulina*, *Hydrurus*). Ein bestimmter Moment der Vermehrung der Chlorophyllkörper kann für die *Euglenaceae* nicht angegeben werden; sie geschieht durch allmähliche Durchschnürung oder durch scheinbar simultane Zerschneidung. Bei den *Chrysomonadineae*, welche zwei Chrysochromplatten haben, werden dieselben erst nach der Teilung vermehrt; wo nur eine vorhanden ist (*Uroglena*), wird sie vorher geteilt.

Dauerzustände sind von relativ wenigen Formen bekannt; bei manchen (*Hexamitus* u. a.) scheinen solche nicht vorzukommen. Im ganzen sind drei Arten der Cystenbildung festgestellt worden, und zwar ergab sich dabei, dass der Übergang in den Dauerzustand bei den hoch specialisierten Formen (*Euglenaceae*) viel einfacher ist als z. B. bei *Protomastigineae*. In allen Fällen stellen die Cysten stark lichtbrechende, meist kugelige Gebilde dar, in welchen ein Reservestoff (Öl, Stärke, Paramylon) in großer Menge vorhanden ist.

1. Endospore Cystenbildung wurde bei *Oicomonas*, *Pleuromonas* und *Chromulina* beobachtet. Dabei tritt im vorderen Teil des Körpers ein kleines Bläschen auf, welches Kern, Chromatophor (wenn ein solches vorhanden) und hyalines Plasma umschließt, während Geißel, contractile Vacuole samt einem Teil des Plasmas ausgestoßen wird und zu Grunde geht (Fig. 69 *B* und 107 *C*). Die Cyste umgiebt sich mit einer festen Haut, woran häufig auf einer Seite ein kurzer halsartiger Fortsatz zu sehen ist. Diejenige von *Chromulina* trägt außerdem noch einige verdickte Leisten; bei *Pleuromonas* (*Bodo*) wurde von Fisch Cellulose nachgewiesen.

2. Cystenbildung nach mehr oder weniger deutlicher Contraction des ganzen Zellinhaltes ohne Ausstoßung irgend eines Protoplasmabestandteiles wurde bei mehreren Formen beobachtet, so bei *Codosiga* (Fig. 69 *A*), *Chilomonas*, *Cryptomonas* und *Euglena*. Dabei rundet sich der Körper ab und umgiebt sich mit einer oft derben Membran, in der bei *Codosiga* Cellulose nachgewiesen wurde (Fisch 1885).

3. Schließlich haben einige *Euglenaceae*, besonders *Phacus*-Arten die Fähigkeit, ohne Bildung einer Cystenhaut in ausgestrecktem Zustand, von Paramylon erfüllt, die Trockenheit zu ertragen.

Außer diesen genau beobachteten Fällen von Cystenbildung wurden von verschiedenen Formen Cysten bekannt, ohne dass man jedoch ihre Entstehungsart genau feststellen konnte. So beobachtete Cienkowski die Cysten von *Phalansterium*, deren Membran mit erhobenen Leisten versehen ist. Ferner wurden von Klebs (1892) bei mehreren

Chrysomonadineae die Cysten näher untersucht (*Mallomonas*, *Hydrurus*, *Dinobryon*), wobei sich ergab, dass ihre Membran außer mannigfaltigen Sculpturen Kieseleinlagerung aufweist, was auf Verwandtschaft mit den Diatomeen hindeutet. Die Keimung der Cysten erfolgt im einfachsten Fall in der Weise, dass der Inhalt eine Geißel bildet und durch eine Öffnung der Cystenhaut austritt. Dies wurde bei zwei Arten der Gattung *Monas* beobachtet. Häufig findet jedoch vor dem Verlassen der Cyste Teilung statt, so dass dann beim Platzen derselben mehrere Individuen zugleich austreten, ein Vorgang, der

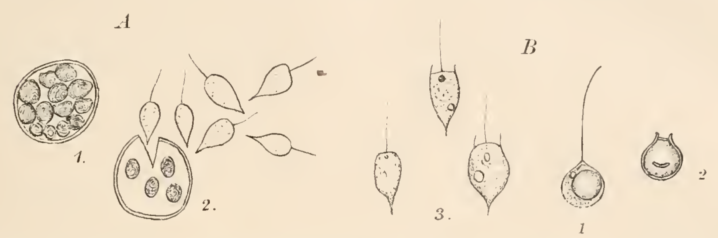


Fig. 69. *A Codosiga Botrytis* Ehrb. 1. Cyste mit geteiltem Inhalt. 2. die jungen Individuen schwärmen aus. 3. Beginn der Kragenbildung an den frei gewordenen Individuen. — *B Oicomonas vulgaris* (Cienk.) Kent. 1. Endospore Bildung der Cyste. 2. fertige Dauercyste, (800/1). (*A* nach Fischer (1885); *B* nach Cienkowski (1870).)

unnötigerweise mit dem Namen Sporulation belegt wurde. Diese Art der Cystenkeimung wurde bei *Euglena* und *Codosiga* festgestellt (Fig. 69 *A*).

Sexualität. Die Frage, ob bei Flagellaten eine Verschmelzung zweier Zellen stattfinde, wurde schon oft discutiert. Alle älteren Angaben über Copulationszustände müssen aber auf unvollendete Längsteilung oder auf gegenseitiges sich Auffressen zurückgeführt werden. Die von Entz (1883) an *Euglena viridis* beobachteten Vorgänge von einer Berührung zweier Zellen innerhalb von Cysten können nicht als Copulation aufgefasst werden. Auch die Angabe von Zacharias (1895) für *Uroglena* wird von Iwanoff (1899) auf eine Teilung innerhalb der Cyste zurückgeführt. Man muss vorläufig annehmen, dass die Flagellaten die Fähigkeit haben, sich immer durch ungeschlechtliche Teilung fortzupflanzen, ohne dass dabei eine Degeneration einträte, Verhältnisse, die ja auch bei *Protococcoideae* und Pilzen festgestellt wurden.

Biologische Verhältnisse.

1. Ernährung. Bei den Flagellaten kommt tierische, saprophytische, parasitische und holophytische Ernährung vor. Dabei ist eine Form meist nicht an eine bestimmte Art der Ernährung gebunden, vielmehr kann sich z. B. ein Individuum je nach Umständen tierisch, saprophytisch oder holophytisch ernähren (*Ochromonas*). — Fast allgemein verbreitet ist der Saprophytismus. Die meisten Formen, farblose wie mit Chromatophoren versehene, können ihren Nahrungsbedarf ganz oder doch teilweise durch Aufnahme gelöster organischer Stoffe decken. Wo dieselbe geschieht, ob nur am Vorderende oder mit der ganzen Oberfläche, konnte noch in keinem Falle entschieden werden. — Viel beschränkter ist die tierische Ernährung. Für einige Formen ist nachgewiesen worden, dass dieselbe bei ihnen nicht stattfindet; andere bedürfen neben der tierischen auch saprophytischer Ernährung (Meyer 1897 *Ochromonas granulosa*). Für eine Reihe farbloser Formen wurden von Pfeffer (Tübinger Unters. II) chemotactische Eigenschaften nachgewiesen, während solche den grünen Formen durchwegs fehlen. — Die holophytische Ernährung, die bei *Chloro-*, *Chryso-*, *Cryptomonadineae* und *Euglenaceae* vorkommt, kann wohl als alleinige Nahrungsquelle dienen, jedoch ist dabei nach Zumstein die Lebensthätigkeit nicht so intensiv, wie bei gemischter, saprophytischer und holophytischer Ernährung. Hervorzuheben ist auch die Thatsache, dass bei keinen gefärbten

Flagellaten eine typische, kriechende Bewegung vorkommt, dass dagegen die meisten Formen mit Chromatophoren die Eigenschaft haben, Gallerte auszuscheiden.

Der Parasitismus im engeren Sinne, d. h. die Ernährung auf Kosten lebender Zellen, ist auf die beiden Fischparasiten *Costia* und *Costiopsis*, die Blutparasiten *Trypanosoma* und *Herpetomonas* und den Darmparasiten *Megastoma* beschränkt. Intracellularer Parasitismus wurde für Flagellaten noch nie sicher nachgewiesen. [Der von Sjöbring (Centralbl. f. Bact. und Paras. 1897) beschriebene Fall ist zweifelhaft, da der Organismus vielleicht kein *Trypanosoma* ist.]

Die im Darme, in Harn- oder Geschlechtsorganen von Tieren und Menschen vorkommenden Flagellaten werden meist auch unter den parasitischen Formen angeführt. Die meisten unter denselben leben aber von ausgeschiedenen, vom Körper nicht mehr benutzbaren Substanzen und sind daher eher als Saprophyten aufzufassen. *Trichomonas vaginalis* dürfte jedoch auch pathogene Wirkungen auf die Schleimhäute ausüben.

2. Lichtempfindung. Der Augenfleck wurde schon frühe für das lichtempfindende Organ gehalten, dagegen hat erst Engelmann für *Euglena* den Beweis erbracht, dass sicher das vordere farblose Ende und wahrscheinlich auch der rote Augenfleck nicht nur die Stärke, sondern auch die Farbe des Lichtes erkennt und phototactische Bewegung des Körpers veranlasst. Licht und Dunkel wird jedoch auch von farblosen Flagellaten empfunden. So konnte ich die auf Stielen sitzenden Colonien der augenflecklosen *Anthophysa vegetans* durch intensive Beleuchtung veranlassen, sich von den Stielen abzudrehen und frei zu schwärmen, während dieselben Colonien verdunkelt sofort begannen, Gallerte auszuscheiden.

3. Bewegung. Die Bewegung der Flagellaten wird vorwiegend durch die Geißeln bewirkt, die durch ihre von hinten nach vorn sich fortpflanzenden, schraubenförmigen Bewegungen seitwärts und rückwärts einen Druck auf das Wasser ausüben, durch den der Körper unter Rotation vorwärts getrieben wird. Sind zwei oder mehrere gleich lange Geißeln vorhanden, so können sie sich gegenseitig unterstützen, vorausgesetzt, dass alle nach vorn gerichtet sind. — Häufig wird aber eine davon, die sich zuweilen auch durch ihre größere Länge von den anderen unterscheidet, nach rückwärts gerichtet (*Tetramitus*, *Heteronema acus* etc.) und dient wohl als Steuer. Über die Funktion der kurzen Nebengeißeln der *Monadaceae* etc. während der Bewegung wissen wir nichts näheres. Die Geißeln der *Distomatineae* scheinen weniger schraubenförmige als schlagende Ruderbewegungen auszuführen; außerdem deuten die bei einigen Arten vorkommenden merkwürdigen Schreitbewegungen, wobei sich abwechselnd je ein Geißelpaar steift, wohl auf eine andere Organisation derselben hin. — Die rotierende Bewegung, welche häufig bei kugeligen Colonien vorkommt, setzt eine übereinstimmende Geißelthätigkeit aller Individuen voraus, die umsomehr auffallen muss, als die Zellen plasmatisch nicht mit einander verbunden sind. Allem Anschein nach wird durch den Einfluss der in bestimmter Richtung einfallenden Lichtstrahlen diese Übereinstimmung hervorgerufen (z. B. bei *Anthophysa*).

Nur einige wenige Formen haben die Eigenschaft, stets (*Oxyrrhis*) oder zuweilen (*Cryptomonadineae*) rückwärts zu schwimmen, bei *Chilomonas* erfolgt die Rückwärtsbewegung auf mechanischen oder chemischen Reiz hin, unabhängig von der Richtung der Reizwirkung (Jennings 1900).

Neben der frei schwimmenden kommt bei ein- und zweigeißeligen, jedoch nur bei farblosen Formen auch eine kriechende Bewegung vor. Bei *Mastigamoeba* und *Cercobodo* wird dieselbe durch die Bildung von Pseudopodien verursacht. Auch durch lebhafte Metabolie, wobei der Körper sich wurmartig streckt und wieder zusammenzieht, wird unabhängig von der Geißelbewegung eine Ortsveränderung veranlasst, so bei *Distigma*, *Peranema*, *Eutreptia* (Fig. 63). Bei den Blutparasiten *Herpetomonas* und *Trypanosoma* werden die Bewegungen der Geißel und der undulierenden Membran durch lebhaftes, fischartiges Schnellen des zungenförmigen Körpers unterstützt. Bei den eingeißeligen *Peranemaceae* wird das Vorwärtsgleiten durch die nur an der Spitze der Geißel auftretende Bewegung nicht hinreichend erklärt. Häufig findet sich jedoch bei den krie-

chenden Formen eine Schleppgeißel. Dieselbe kann (wie bei *Sphenomonas*) äußerst kurz stummelartig sein und scheint sich beim Kriechen nicht zu bewegen, sondern als Schlitten zu dienen, worauf der Flagellatenkörper ruht. Bei *Heteronema* erreicht dagegen die Schleppgeißel eine gewisse Länge und unterstützt durch ihre pendelnde Ruderbewegung das Vorwärtsschreiten. Bei vielen kriechenden Flagellaten ist die nachschleppende Geißel sehr stark entwickelt (*Cercobodo*, *Bodo*, *Anisonema* etc.) und ermöglicht der Zelle rasche Richtungsänderungen, indem sie sich am Ende festlegt und durch eine Biegung den Körper wendet. Zuweilen kann sie sich auch dauernd verankern, wobei der Organismus häufig springende Bewegungen ausführt (*Bodo saltans*, *Pleuromonas*). Eine ähnliche Art der Locomotion zeigt die in ihrer systematischen Stellung noch etwas unsichere *Pteridomonas*, welche mittels der sich einrollenden und plötzlich streckenden Borsten zuweilen flohartig rückwärts springt.

Vorkommen und geographische Verbreitung.

Die Flagellaten kommen fast in jeder Wasseransammlung, auch sehr häufig auf feuchter Erde oder als Parasiten oder Commensalen von Tieren vor. Sie bevorzugen meist solche Orte, an denen durch Zersetzung organischer Substanz die saprophytische Lebensweise begünstigt wird. Doch auch freies Wasser, die Seen und das Meer beherbergen Flagellaten, die oft durch verschiedene Arten der Oberflächenvergrößerung für das Planctonleben eingerichtet sind.

Durch die Untersuchungen von Schewiakoff (1893) wurde nachgewiesen, zum mindesten sehr wahrscheinlich gemacht, dass sämtliche Süßwasserflagellaten Kosmopoliten seien, und dass man von speciellen geographischen Verbreitungsbezirken nicht sprechen könne. Der Kleinheit und der Widerstandsfähigkeit der Cysten haben wohl die Süßwasserflagellaten ihre universelle Verbreitung zu verdanken, indem sie leicht durch Wind, Wasser oder durch Tiere, hauptsächlich Vögel, von einem Teich zum anderen getragen werden. Über die geographische Verbreitung der Meeresflagellaten fehlen noch umfassendere Angaben. Auffallend ist, dass in kleineren, salzigen Binnengewässern ausschließlich Süßwasserformen vorkommen (Entz). Dieselben haben sich wohl bei dem langsam zunehmenden Salzgehalt eines ursprünglich süßen Wassers angepasst, ohne sich merklich zu verändern. Nicht alle parasitischen Flagellaten sind (wie z. B. *Trichomonas vaginalis*) Kosmopoliten. *Herpetomonas Brucii*, der Parasit der Tsetse und der Surrakrankheit, tritt nur in warmen Klimaten auf.

Systematischer Wert der morphologischen Eigenschaften.

Die Entwickelungsgeschichte, die für die Systematik der Pflanzen und Tiere die Grundlage bildet, kommt bei den Flagellaten nicht in Betracht, da dieselbe zu einförmig und zudem bei vielen Formen noch nicht vollständig bekannt ist. Bütschli legte ein Hauptgewicht auf die Zahl und Anordnung der Geißeln, jedoch sind erwiesenermaßen nicht alle Flagellatengeißeln gleich gebaut, so dass dieses Merkmal die Bildung umfassenderer Gruppen nicht erlaubt. Klebs (1892) hat seine Einteilung auf die gesamte Organisation des Vorderendes und in Verbindung damit auf die Art der Nahrungsaufnahme gegründet. Dieses Prinzip ist auch hier angewendet worden. Die genauere Kenntnis der Flagellatennatur von *Multicilia* Cienk. zeigte, dass vor allem festgestellt werden muss, in wie weit eine bestimmte Stelle der Oberfläche als Vorderende differenziert ist. Dabei ist auf Geißelinsertion und Nahrungsaufnahme zu achten. In zweiter Linie ist für die Bildung größerer Untergruppen die Organisation der contractilen Vacuolen wichtig; ob sie einfache in Einzahl oder zu mehreren vorkommende Bläschen darstellen, oder ob sich mehrere zu einem mehr oder weniger stark differenzierten Apparat vereinigt haben. Ähnlichen systematischen Wert hat wohl auch die Kernstruktur, jedoch ist sie vorläufig noch zu wenig bekannt. In dritter Linie kommt der Grad der Ausbildung der plasmatischen Körperhülle in Betracht; dabei sind aber die Zellausscheidungen, wie Gallert-

hüllen, Gehäuse und Stielbildungen auszuschließen; dieselben können zur Begrenzung von Gattungen dienen, von Unterfamilien nur bei großer Mannigfaltigkeit der Bildungen. Erst in vierter Linie können die Geißeln berücksichtigt werden, und zwar nicht nur ihre Zahl und Anordnung, sondern auch ihre Gestalt und Funktion (z. B. Zuspitzung der Geißeln einiger *Peranemaceae*). Neben der Geißelausbildung muss auch der Besitz oder Nichtbesitz von Chromatophoren und die Bildung bestimmter Stoffwechselprodukte (Stärke, Paramylon) berücksichtigt werden, schließlich auch plasmatische Zellanhänge wie Kragen und Peristombildungen.

Als Gattungsmerkmale kommen in Betracht: Zahl und Ausbildung der Geißeln bei sonst gleicher Organisation, Metabolie oder Starrheit, besondere Mundapparate, undulierende Membranen, Gehäuse-, Hüllen-, Stiel- und Coloniebildung; bei großen Verschiedenheiten der Körpergestalt auch diese; sie wird sonst nur als Artcharakter benutzt. Als Artcharaktere sind zu nennen: Gestalt und Größe (mittlere Werte), Besitz und Nichtbesitz eines Augenflecks, Gestalt der secundären Zellhüllen.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Hierüber vergl. oben S. 94.

Einteilung der Unterabteilung der Flagellaten. Nach den angegebenen Grundsätzen gliedern sich als erste Unterabteilung die *Pantostomatineae* ab, die noch keine differenzierte Mundstelle haben, und deren Zellkörper kugelig vielachsig ist (*Multicilia*) oder ein durch die Geißelinsertion ausgezeichnetes Vorderende besitzen (*Rhizomastigaceae*). Daran schließen sich einerseits die *Distomatineae* an, die durch zwei distinkte, je auf einer Körperseite liegende Mundstellen, vier bis viele paarig angeordnete Geißeln und einen stets bilateral angelegten Körper ausgezeichnet sind. Als parallele Gruppe haben sich ebenfalls aus den *Pantostomatineae* die *Protomastigineae* entwickelt, die mit 1—4 nahe bei einander entspringenden Geißeln und häufig einer (in keinem Falle zwei) distinkten Mundöffnung versehen sind. Von den *Protomastigineae* sind alle weiteren Unterabteilungen abzuleiten. Zunächst haben sich die *Chrysomonadineae* mit gelbbraunen Chromatophoren und die *Cryptomonadineae* differenziert, welch' letztere oft Chromatophoren, jedenfalls immer Stärke als Assimilationsprodukt aufweisen. Alle diese Gruppen (*Pantostomatineae*, *Distomatineae*, *Protomastigineae*, *Chryso-* und *Cryptomonadineae*) zeichnen sich durch einfache contractile Vacuolen aus, die einzeln oder in der Mehrzahl vorhanden, als mehr oder weniger unabhängig voneinander pulsierende Bläschen auftreten. Von den zweigeißeligen *Protomastigineae* zweigen die *Chloromonadineae* ab, die ein noch primitives, aber deutlich ausgebildetes, nahe am Vorderende gelegenes System von zwei bis mehreren contractilen Vacuolen zeigen. Aus diesen Formen haben sich wohl die am stärksten differenzierten *Euglenineae* entwickelt, deren Vacuolensystem tiefer in den Körper versenkt ist und aus einer Hauptvacuole und einer bis mehreren pulsierenden Nebenvacuolen besteht, und die durch stark differenzierten Kern und Periplasten ausgezeichnet sind.

Einteilung der Flagellata.

A. Alle Stellen der Zelloberfläche können mit Hilfe von Pseudopodien feste Nahrung aufnehmen; keine besondere Stelle des Körpers dazu differenziert. Körper in manchen Beziehungen vielachsig . . . . **I. Pantostomatineae.**

B. Aufnahme fester Nahrung nur an bestimmten Stellen der Zelloberfläche:
   a. Zwei distinkte Mundstellen, auf jeder Seite des zweiseitig asymmetrischen Körpers eine; vier bis viele paarig angeordnete Geißeln . . . . . . **III. Distomatineae.**
   b. nur eine Mundstelle (häufig auch keine ausgebildet), Körper häufig asymmetrisch, 1—4 nie paarig angeordnete Geißeln.
      α. eine bis mehrere contractile Vacuolen, wenn vorhanden, unabhängig voneinander pulsierend. Periplast nur als mehr oder weniger feste Oberflächen- oder Hautschicht, nie als Plasmamembran entwickelt. Körper häufig amöboid.
         I. als Assimilationsprodukt wird nie Stärke gebildet.
            1. farblos, Ernährung tierisch oder saprophytisch, Stoffwechselprodukt fettes Öl . . . . **II. Protomastigineae.**

2. mit gelbbraunen Chromatophoren, Stoffwechselprodukt fettes Öl und Leukosin; Ernährung tierisch, holophytisch und saprophytisch **IV. Chrysomonadineae.**

II. Stoffwechselprodukt ist Stärke. Zellen farblos oder mit 1—2 Chromatophoren. Ernährung nie tierisch . . . . **V. Cryptomonadineae.**

β. Die zwei bis vielen contractilen Vacuolen immer am Vorderende, zu einem gemeinsam funktionierenden System vereinigt. Periplast deutlich. Körper nie amöboid, dagegen oft metabolisch, häufig mit grünen Chromatophoren.

I. Periplast als deutliche, aber immer glatte und wenig resistente Hautschicht entwickelt. Vacuolensystem aus mehreren größeren contractilen Vacuolen bestehend, die mit einander verschmelzen und sich durch eine kleine Öffnung (nicht durch einen längeren Canal) nach außen ergießen. Stoffwechselprodukt fettes Öl . . . . **VI. Chloromonadineae.**

II. Periplast meist als deutliche, häufig gestreifte und resistente Plasmamembran entwickelt. Vacuolensystem aus einer nicht oder nur schwach contractilen, in den Körper eingesenkten Hauptvacuole mit Ausfuhrcanal und einer bis mehreren sich darein ergießenden pulsierenden Nebenvacuolen bestehend. Stoffwechselprodukt fettes Öl und Paramylon . . . . . **VII. Euglenineae.**

Pantostomatineae

von

G. Senn.

Mit 16 Einzelbildern in 5 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1900.)

Wichtigste Litteratur: Blochmann, F., Zur Kenntnis von Dimorpha mutans. (Biol. Centr. Bl. Bd. XXIV. 1894.) — Bütschli O. 1878 und 1883—1885. — Carter, H. J., On Freshwater Rhizopoda of England and India. (Annals mag. nat. hist. Vol. XIII. 3. Serie. 1864.) — Cienkowsky, L., Bericht über Excursionen ins weiße Meer. (Arbeit. d. Petersburger naturf. Ges. Bd. XII. 1881 (russisch).) — Claparède et Lachmann 1858—1861. — Dujardin, F., 1841. — Gruber, A., Dimorpha mutans. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXVI. 1882.) — Derselbe, Protozoen des Hafens von Genua. (Nov. Acta Leop. Vol. XLVI. 1884 und Ber. der naturf. Ges. zu Freiburg i/B. Bd. IV. 1888.) — Kent, S., 1880—1882. — Klebs, G., 1892. — Krassilstschick, J., Über eine neue Flagellate Cercobodo laciniaegerens. (Zool. Anz. 1886.) — Lauterborn, R., Protozoenstudien III, (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LX. 1895.) — Meyer, H., 1897. — Penard, E., 1890. — Schulze, F. E., 1875. — Stein, Fr., 1878. — Stokes, A., 1888. — Tatem, T. G., On free swimming Amoebae. (Monthly micr. journ. Vol. I. 1869.)

Merkmale. Heliozoen- oder amöbenartige Formen. Alle Stellen der Körperoberfläche nehmen mit Hilfe von Pseudopodien feste Nahrung auf, es ist noch keine besondere Stelle des Körpers dazu differenziert. 1 bis viele contr. Vacuolen, nicht zu einem System vereinigt.

Organisation. Entweder vielstrahlig (*Multicilia*) oder mit allmähligem Übergang zur Einachsigkeit, indem ein Körperpol durch die Insertion einer oder zweier Geißeln charakterisiert wird. Die amöboiden Veränderungen geschehen entweder wie bei den *Rhizopoden* durch weiche Pseudopodien, oder letztere werden, ähnlich wie bei *Heliozoen*, durch einen starren Achsenfaden getragen. Die Geißeln sind entweder in großer Zahl auf der ganzen Oberfläche verteilt (*Multicilia*) oder treten in Ein- oder Zweizahl zwischen den strahligen Pseudopodien hervor (*Dimorpha*, *Actinomonas*), oder sind in bestimmten Stadien als einzige Zellanhängsel vorhanden. Periplast nur als Oberflächenhäutchen (*Mastig-*

amoeba, *Cercobodo*) oder trotz der Pseudopodienbildung als dichtere Hautschicht entwickelt (*Dimorpha* und *Multicilia*). Kern typisch bläschenförmig, zuweilen (*Multicilia lacustris*) in der Mehrzahl vorhanden. Die Bewegung ist, besonders wenn Pseudopodien ausgestreckt werden, kriechend, sonst unter Rotation frei schwimmend. Ernährung tierisch und wohl auch saprophytisch. Vermehrung durch Längsteilung oder Durchschnürung (*Multicilia*). Dauerstadien unbekannt.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Diese Gruppe ist als gemeinsame Wurzel der Flagellaten aufzufassen, von welcher auch Übergänge zu den *Sarcodinen* vorhanden sind. *Mastigamoeba* und *Cercobodo* deuten mit ihren weichen Pseudopodien einerseits nach den *Amöben* und nackten *Heliozoen*, speciell *Ciliophrys*, andrerseits zu den *Protomastigineae*, besonders *Oicomonas* und *Monas* hin, während *Actinomonas* und *Dimorpha* zu den mit Achsenfäden ausgerüsteten *Heliozoen* hinweisen, aber zu den *Protomastigineae* keine näheren Beziehungen mehr haben. Aus *Actinomonas*-ähnlichen Formen kann *Pteridomonas* Penard und vielleicht auch *Trichonema* From. abgeleitet werden. Durch die amöboiden Bewegungen, die Nahrungsaufnahme, die Art der Teilung und die Mehrzahl der Kerne zeigt *Multicilia* nahe Verwandtschaft mit den *Rhizopoden*, durch die radiäre Anordnung der Geißeln mit den *Heliozoen*. In der Gattung *Multicilia* haben wir wohl die Wurzel für sämtliche *Pantostomatineae*, *Protomastigineae* und *Distomatineae*, vielleicht auch für *Trichonymphiden* und möglicherweise auch für die *ciliaten Infusorien* zu suchen.

Einteilung der Ordnung. Die *Pantostomatineae* zerfallen in 2 Familien, je nachdem am Körper eine Stelle durch die Insertion von Geißeln ausgezeichnet ist, oder alle Stellen der Oberfläche in gleicher Weise Geißeln tragen.

A Körper vielachsig, zahlreiche Geißeln über die ganze Oberfläche gleichmäßig verteilt
I. **Holomastigaceae.**

B. Körper einachsig, eine Stelle der Oberfläche durch die Insertion von einer oder zwei Geißeln charakterisiert . . . . II. **Rhizomastigaceae.**

I. Holomastigaceae.

Nackt, schwach amöboider Bewegung fähig, auf der ganzen Oberfläche mit langen Geißeln bedeckt. Keine besondere Mundöffnung, sondern Nahrungsaufnahme an beliebiger Stelle der Oberfläche mit pseudopodienartigen Fortsätzen des Plasmas.

1. **Multicilia** Cienkowski (Fig. 70). Kugelig, mit zahlreichen, allseitig ausstrahlenden, 1,5—2 × körperlangen Geißeln. Größe 20—40 μ. Plasma durch eine Alveolarschicht begrenzt, körnig, oft mit zahlreichen Nahrungsvacuolen. Zahlreiche contr. Vacuolen peripher gelegen. 1—mehrere Kerne mit großem Binnenkörper. Bewegung rotierend. Nahrungsaufnahme durch Pseudopodien. Ausstoßung unverdauter Nahrungsreste an beliebigen Stellen des Körpers. Vermehrung durch Einschnürung. Dauerstadium?

Fig. 70. *Multicilia lacustris* Lauterb. mit Pseudopodium und vielen Nahrungsvacuolen. (700/1.) (Nach Lauterborn (1895).)

2 Arten: *M. marina* Cienk. (1 kernig), *M. lacustris* Lauterb. (Fig. 70) (mehrkernig) im Süßwasser und marin.

II. Rhizomastigaceae.

Körper frei schwimmend oder zeitweilig in einen vollkommenen Amöbenzustand übergehend und sich dann bisweilen mit einem Stiel festheftend, aber stets mit 1—2 Geißeln versehen. Nahrungsaufnahme durch Pseudopodien an der ganzen Körperoberfläche.

A. 1 Geißel.
  a. Zuweilen sich mit einem Stiel oder feinem Pseudopodium festheftend oder frei schwimmend.
    α. mit zahlreichen feinstrahligen Pseudopodien auf der ganzen Oberfläche **1. Actinomonas.**
    β. an der Geißelbasis ein Kranz von einrollbaren borstenartigen Cilien **2. Pteridomonas.**
  b. Frei schwimmend oder amöboid kriechend, nie einen Stiel bildend **3. Mastigamoeba.**
B. 2 Geißeln.
  a. Pseudopodien gerade, starr, mit Achsenfäden . . . . **4. Dimorpha.**
  b. Pseudopodien von mannigfaltiger Gestalt, ohne Achsenfäden . . . . **5. Cercobodo.**

1. **Actinomonas** Kent. (Fig. 71 *A*). Oval bis kugelig, schwach formveränderlich, mit zahlreichen feinstrahligen, bei *A. vernalis* Stokes völlig einziehbaren Pseudopodien.

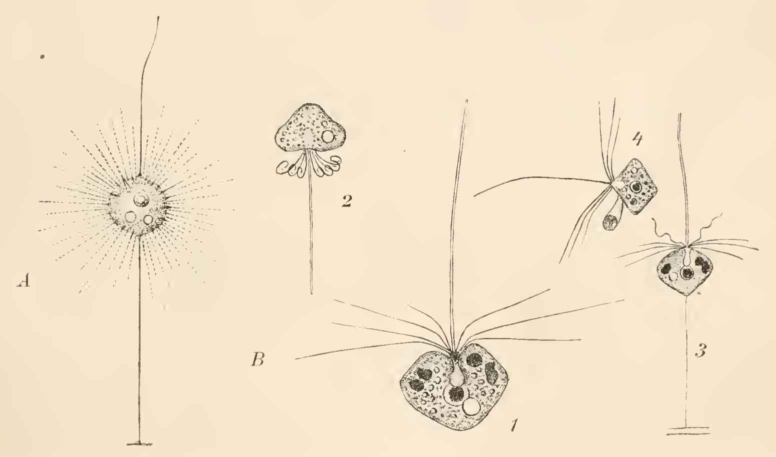


Fig. 71. *A Actinomonas mirabilis* Kent (800/1). — *B Pteridomonas pulex* Penard. 1 freischwimmend mit ausgestreckten Borsten (1200/1). 2 freischwimmend mit eingerollten Borsten (800/1). 3 festsitzend, zwei Borsten (Cilien) in Bewegung (800/1). 4 freischwimmend, Nahrungsaufnahme (800/1). (*A* nach Kent (1882); *B* nach Penard (1890).)

Frei schwimmend oder auch mit einem pseudopodienartigen Stiel festgeheftet. Größe 8—22,5 μ. Geißel 1—3 × körperlang. 2 bis mehrere peripher gelegene contractile Vacuolen. Kern central. Rasch schwimmende oder langsam zitternde Bewegung. Nahrungsaufnahme durch Pseudopodien an jeder beliebigen Körperstelle. Vermehrung? Dauerstadium?

3 Arten im Süßwasser und marin, z. B. *A. mirabilis* Kent (Fig. 71, *A*).

2. **Pteridomonas** Penard (Fig. 71 *B*). Kreiselförmig, von der Seite gesehen herzförmig, indem das Vorderende trichterartig vertieft ist. Zuweilen mit einem am Hinterende gebildeten feinen Faden festsitzend. Länge 6—12 μ. Eine 2—3 × körperlange starke Geißel entspringt in der Ausrandung des Vorderendes, dort auch ein Kranz von 8—12 Cilien, die meist etwas kürzer und immer feiner sind, als die Geißel und sich nach

außen etwas umbiegen. Zuweilen sind 2 von denselben etwas dicker als die anderen. Die Einbuchtung des Vorderendes setzt sich in eine schlundartige Vertiefung fort. In der vorderen Körperhälfte häufig Nahrungsvacuolen, Nahrungsreste und Excretkörnchen. In derselben Zone, aber ohne festen Platz, 1—2 contractile Vacuolen. Kern central. Festsitzend oder mit der Geißel voran und unter Beihilfe der Cilien rasch schwimmend oder mit Hilfe der nach außen umgerollten und sich plötzlich streckenden Cilien flohartig rückwärts hüpfend. Nahrungsaufnahme mit Hilfe der sich aufrollenden Cilien und durch direktes Einschließen der Nahrungsbestandteile an allen Stellen des Körpers. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *P. pulex* Penard (Fig. 71, *B*) im Süßwasser.

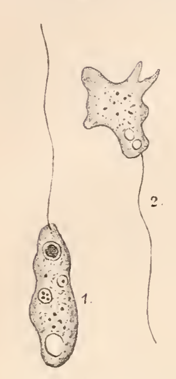


Fig. 72. *Mastigamoeba invertens* Klebs. 1 freischwimmend, Geißel voraus. 2 kriechend, Geißel nachgeschleppt (1400/1). (Nach Klebs (1892).)

3. **Mastigamoeba** E. F. Schulze. (*Amoeba* Carter 1864, *Astasia* p. p. Fromentel 1874, *Cercomonas* p. p. Stein 1878, *Rhizomonas* und *Reptomonas* Kent 1880—1882, *Monas* p. p. Kent 1880—1882, ?*Podostoma* Clap. et Lachm. 1858—1861) (Fig. 72). Im frei schwimmenden Flagellatenzustand oval bis länglich; auch dann zuweilen mit Pseudopodien. Während des Amöbenzustandes mit oft verästelten Pseudopodien kriechend; letzteres Stadium herrscht vor. Länge 12—100 μ. Eine mehr als (bis 10 ×) körperlange Geißel am Vorderende. (Plasma bei *M. aspera* nach Schulze mit hyalinem Ectosark und körnigem Entosark). 1 bis mehrere im Vorder- oder Hinterende liegende contr. Vacuolen. Kern immer vorn. Nahrungsaufnahme durch Pseudopodien an beliebigen Stellen des Körpers. Längsteilung im beweglichen Zustande. Dauerstadium?

Etwa 6 Arten im Süßwasser, z. B. *M. invertens* Klebs (Fig. 72). — Vergl. Meyer 1897.

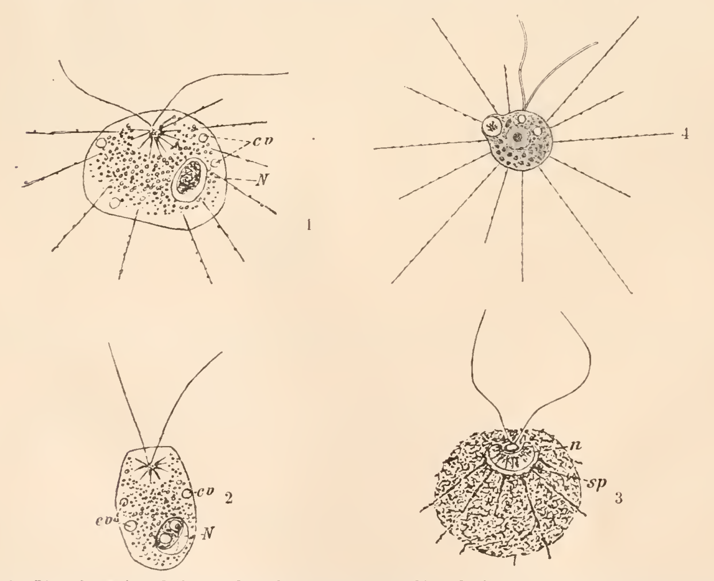


Fig. 73. *Dimorpha mutans* Gruber. 1 Individuum mit ausgestreckten, 2 mit eingezogenen Pseudopodien, nach dem Leben gezeichnet (1000/1). 3 im Heliozoenzustand fixiert und gefärbt (1000/1). *N* Nahrungsvacuole, *n* Kern, *cv* contractile Vacuolen, *sp* Spaltraum zwischen Plasma und Kern infolge der Präparation. 4 Nahrungsaufnahme (500/1). (1—3 nach Blochmann (1894); 4 nach Penard (1890).)

4. **Dimorpha** Gruber. (*Acinetactis* Stokes) (Fig. 73). Im freischwimmenden Flagellatenzustand oval bis rundlich, 15—20 μ groß; im ruhenden Heliozoenstadium kugelig, mit langstrahligen, feinen, körnerführenden Pseudopodien, deren Achsenfäden Zelle und Kern durchsetzen und zu einer Art Centralkorn hinstrahlen, in dessen Nähe die beiden etwa körperlangen Geißeln entspringen. Im Flagellatenzustand die Pseudopodien ganz oder teilweise eingezogen; dabei bleiben aber die Achsenfäden erhalten. Periplast als deutliche Haut ausgebildet. Nahrungsvacuolen im Hinterende. Nach Blochmann 6—10, Gruber und Penard 1, nach Stokes 2 oberflächlich liegende contractile Vacuolen. Kern muldenförmig am Vorderende, das Centralkorn umschließend. Nahrungsaufnahme an beliebigen Stellen des Körpers mit Hilfe von lappenförmigen Pseudopodien, nach vorheriger Tötung der Beute durch die Substanz der strahlenförmigen Pseudopodien. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *D. mutans* Gruber (Fig. 73) im Süßwasser.

5. **Cercobodo** Krassilstschick. (*Cercomonas* Duj. 1841. p. p., *Dimorpha* Klebs 1892 p. p. *Dimastigamoeba* Blochmann) (Fig. 74). Im freischwimmenden Flagellatenzustand oval, rundlich bis spindelförmig. Während des amöbenartigen Umherkriechens Bildung von Pseudopodien. Länge 6,5—36 μ, Breite 4—19 μ. Am Vorderende zwei etwa körperlange Geißeln, die eine nach vorn, die andere als Schleppgeißel nach hinten gerichtet. Plasma häufig mit Nahrungsvacuolen. 1—2 contractile, bei einigen vorn, bei einigen hinten gelegene Vacuolen. Kern meist am Vorderende (bei *alternans* Klebs hinten). Bewegung im Flagellatenzustand kriechend oder frei rotierend, im Amöbenzustand mit Pseudopodien hinfließend. Nahrungsaufnahme mit Hilfe von Pseudopodien an jeder Stelle des Körpers. Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustand. Dauercyste nur für 1 Art (*C. laciniaegerens* Krassilstschick) bekannt.

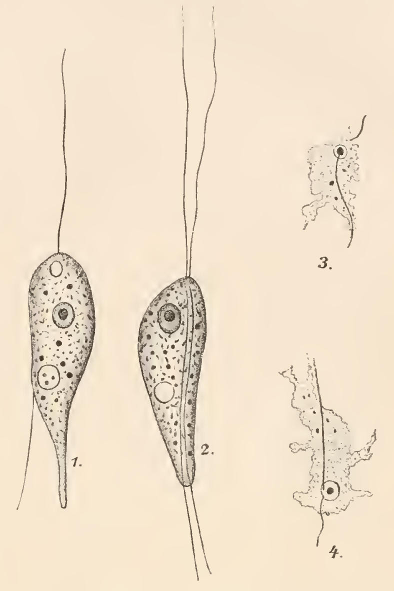


Fig. 74. *Cercobodo longicauda* (Duj.) Senn. 1 freischwimmend (1200/1). 2 Teilungsstadium (1200/1). 3 und 4 im Amöbenzustand kriechend (800/1). (1 u. 2 nach Klebs (1892); 3 u. 4 Original.)

7 Arten im Süßwasser (vergl. Meyer 1897) z. B. *C. longicauda* (Duj.) Senn (Fig. 74).

Protomastigineae

von

G. Senn.

Mit 135 Einzelbildern in 29 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1900.)

Wichtigste Litteratur: Blochmann, F., Bemerkungen über einige Flagellaten. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XL. 1884). — Bütschli, O., 1878 und 1883—1885. — Carter, H. J., Fresh

and Saltwater Rhizopoda. (Ann. mag. nat. hist. Vol. XV. 3. Ser. 1865.) — Cienkowsky, L., Beiträge zur Kenntnis der Monaden. (Arch. f. mikr. Anat. Bd. I. 1865.) — Derselbe, Palmellaceen und einige Flagellaten. (Ebenda. Bd. VI. 1870.) — Clark, J., Structure and habits of Anthophysa. (Ann. mag. nat. hist. 3. Serie Vol. XVIII. 1866.) — Derselbe, 1868. — Cunningham, D. D., On the development of cert. microorganisms. (Quart. Journ. Micr. sc. Vol. XXI. 1880.) — Dallinger, W. H., Life hist. of a minute septic organism. (Proc. R. Soc. London. Vol. XXVII. 1878.) — Dallinger und Drysdale, Researches on the life-history of a Cercomonad. (Monthly micr. Journ. Vol. X. 1873.) — Dieselben, Researches on the life-history of the Monads I—VI. (Monthly micr. Journ. 1873—1875.) — Danilewsky, La parasitologie comparée du sang. Kharkoff 1889. — Donné, A., Recherches sur la nature du mucus. Paris 1837. — Dujardin, F., 1841. — Ehrenberg, 1838. — Fisch, F., 1885. — Francé, 1897. — Derselbe, Collodictyon Carter (Termeszetrajzi Füzetek. Vol. XXII. 1899.) — Frenzel, J., 1891. — Fresenius, G., 1858. — Gaule, J., Beobachtungen der farblosen Elemente des Froschblutes. (Archiv für Anat. und Physiol. Physiol. Abt. 1880.) — Grassi, B., Intorno ad alcuni protisti endoparassitici. (Atti Soc. ital. Sc. nat. Vol. XXIV. 1881.) — Henneguy, L. H., Note sur un infusoire flagellé ectoparasite. (Arch. Zool. expér. et gén. 2. serie. Vol. II. 1884.) — Kent, 1882. — Klebs, 1883 und 1892. — Koch, R., Reisebericht über Rinderpest etc. Berlin 1898. — Lauterborn, R., Protozoenstudien IV. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXV. 1899.) — Leclercq, E., Microorganismes intermédiaires aux deux règnes. (Bull. des séances de la Soc. belge de micr. T. XVI. p. 128. Anm. 1890.) — Lewis, T. R., Further Observations on Flagellated Organisms in the Blood. (Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. XXIV. N. S. 1884.) — Marchand, F., Vorkommen von Trichomonas im Harne etc. (Centralbl. f. Bakt. und Paras.-Kunde. Bd. XV. 1894.) — Meyer, H., 1897. — Möbius, K., Bruchstücke einer Infusorienfauna. (Arch. f. Naturgesch. v. Wiegmann. 54. Jhg. I. Bd. 1888.) — Nitsche, P., und Weltner, W., Über einen neuen Hautparasiten. (Centralbl. f. Bakt. und Paras.-Kunde. Bd. XVI. 1894.) — Parona, C., Protisti Parassiti nella Ciona (Atti Soc. ital. Sci. nat. Vol. XXIX. 1886.) — Penard, E., 1890. — Perty, 1852. — Rabinowitsch und Kempner, Beitr. zur Kenntnis der Blutparasiten. (Zeitschr. f. Hygiene und Infectionskrankheiten. Bd. XXX. 1899.) — Rättig, A., Parasiten des Froschblutes. Inaug.-Diss. Berlin 1875. — Robin, Ch., Mémoire sur la structure et la réproduction de quelques Infusoires etc. (Journ. de l'Anat. et de physiol. 15. Année 1879.) — Rouget, J., Contr. à l'étude du Trypanosome. (Annales de l'institut Pasteur Bd. X. 1896.) — Schmidle, W., 1899. — Seligo, A., 1887. — Stein, Fr., 1878. — Stokes, A., 1888. — Wasielewski und Senn, Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten des Rattenblutes. (Zeitschr. f. Hygiene u. Infect. Krankh. Bd. XXXIII. 1900.)

Merkmale. 1—4 Geißeln, welche einander genähert entspringen. Periplast zart, nur als Hautschicht entwickelt. Körper häufig amöboid. 1—2 contractile Vacuolen von verschiedener Lage, nie zu einem System vereinigt. Nie Chromatophoren ausgebildet. Aufnahme fester Nahrung häufig, an bestimmter Stelle des Körpers. (Ausnahme ? *Collodictyon* Carter). Vermehrung durch Längsteilung in beweglichem Zustand, seltener successive Vielteilung in Dauercysten, nur ausnahmsweise Querteilung. Stoffwechselprodukt fettes Öl.

Organisation. Gestalt sehr mannigfaltig, kugelig, eiförmig, cylindrisch, spindel- bis zungenförmig, aber Organe (Mundstelle und Geißeln) nie paarig angeordnet. An einem Körperpol (dem vorderen) entspringen 1—4 Geißeln. Bei den sich tierisch ernährenden Formen eine bestimmte Mundstelle ausgebildet, die am Vorderende oder (bei *Pleuromonas*) auf einer Seite des Körpers liegt. Zuweilen treten merkwürdige lippen- oder kragenförmige plasmatische Gebilde, Peristome, Kragen damit in Beziehung (*Bicoecaceae*, *Craspedomonadaceae*, *Phalansteriaceae*). Periplast gewöhnlich sehr zart und erlaubt den Organismen weitgehende Gestaltsveränderungen, die besonders am Hinterende lebhaft sind. Nur selten ist der Periplast fester (*Cyathomonas*). Häufig leben die nackten Individuen in Gehäusen, die zuweilen mit anderen zu Colonien vereinigt sind. Coloniebildung auch häufig durch Aneinanderhaften der Zellen mit dem Hinterende und Stielbildung, oder durch starke Gallertausscheidung. Kern bläschenförmig oder als nicht weiter differencierter Chromatinkern ausgebildet (*Herpetomonas*), von verschiedener Lage. Frei bewegliche Formen mit rotierender Bewegung, einige Parasiten kriechen oder führen schlän-

gelnde Bewegungen aus. Ernährung tierisch, saprophytisch oder parasitisch, jedoch nie holophytisch. Dauercysten von wenigen Arten genau bekannt.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Protomastigineae* bilden den Hauptbestandteil der einfach gebauten Flagellaten. Durch Vermittelung der *Pantostomatineae* stehen sie mit den *Distomatineae* und den *Sarcodinen* in Verbindung. Aus ihnen muss man direkt (*Chryso-*, *Crypto-* und *Chloromonadineae*) oder indirekt (*Euglenineae*) die höher differencierten, zum Teil Chromatophoren enthaltenden Flagellaten ableiten, wodurch sie auch mit den Algen in entfernter Verwandtschaft stehen. Mit den Pilzen (speciell *Chytridiaceae* und vielleicht auch den *Myxomycetes*) dürften sie ziemlich nahe verwandt sein. Zweifelhaft ist vorläufig noch die systematische Stellung derjenigen Formen, die eine oder zwei gut entwickelte typische Geißeln und daneben noch längere oder kürzere cilienartige Gebilde besitzen. Möglicherweise bilden sie Übergänge zu den *Ciliaten.* Ich werde diese, trotz diesem gemeinsamen Merkmal, nicht einheitliche Gruppe anhangsweise bei den *Protomastigineae* behandeln. — Einige, allerdings noch zweifelhafte Arten (*Bacterioidomonas*, *Proteromonas* Künstler) zeigen auch Anklänge an die Bakterien.

Einteilung der Unterordnung. Die *Protomastigineae* fasse ich in demselben Sinne auf, wie Klebs 1892, nur dass ich die *Rhizomastigaceae* mit den *Holomastigaceae* zu den *Pantostomatineae* ziehe, dagegen die *Trimastigaceae* und *Tetramitaceae* ebenfalls zu den *Protomastigineae* rechne. In der Einteilung der *Protomastigineae* weiche ich von Klebs etwas ab, indem ich auf die Art der Begeißelung mehr Wert lege, ohne jedoch auf die Bütschli'schen Gruppen der *Monadina*, *Heteromastigoda* und *Isomastigoda* zurückzugreifen. Man muss sechs parallele Reihen unterscheiden, die allerdings mannigfache gegenseitige Beziehungen zeigen, welche aber wohl auf Parallelbildungen und nicht auf Stammcharaktere zurückzuführen sind. So gehen von den eingeißeligen *Pantostomatineae* die *Oicomonadaceae* aus, die sich zu den *Bicoecaceae*, *Craspedomonadaceae* und *Phalansteriaceae* entwickeln. Unter den zweigeißeligen Formen haben sich einerseits diejenigen mit zwei gleichlangen Geißeln, die *Amphimonadaceae* zu den *Spongomonadeae* und zum Typus *Cyathomonas* differenziert, während die Formen mit zwei ungleichen Geißeln einerseits die *Monadaceae*, andererseits die *Bodonaceae* ausgebildet haben. An die *Monadaceen* schließen sich als parallele Reihe die *Trimastigaceae* und weiterhin die *Tetramitaceae* an. Als Beispiele für die oben erwähnten Parallelbildungen führe ich an: die Gehäuse- und Stielbildungen bei *Diplomita*, *Dendromonas*, *Codonoeca*, *Bicoecaceae* und *Craspedomonadaceae,* ferner die Gallertausscheidungen bei den *Phalansteriaceae*, *Spongomonadeae* und *Anthophysa.* Auch die Peristombildung der *Bicoecaceae* findet ihr Analogon in der Lippenbildung bei *Oicomonadaceae* und *Monadaceae.* So gehen die Verwandtschaftsbeziehungen hinüber und herüber; die Begeißelung allein liefert ein einigermaßen constantes zur Classifikation verwendbares Merkmal. Ich werde nun zwar die Familien entsprechend der Begeißelung anordnen, jedoch von der Bildung von großen Unterordnungen absehen, weil dadurch zu sehr die Vorstellung von abgerundeten und abgeschlossenen Ganzen hervorgerufen würde, während wir es doch mit allseitig sich verzweigenden und gegenseitig verschlingenden Ästen zu thun haben.

A. Eine Geißel (*Rhynchomonas* mit einem geißelartig beweglichen Plasmafortsatz neben der bei der Bewegung nachschleppenden Geißel).
  a. Vorderende ausgerandet, abgerundet oder zugespitzt, nie mit besonderem deutlich lippen- oder kragenartigem Fortsatz: . . . . 1. **Oicomonadaceae.**
  b. Vorderende mit ausgeprägtem, lippenartigem Fortsatz oder kegelförmigem Kragen.
    α. einseitig ausgebildeter, lippen- oder rüsselartiger Fortsatz; gehäusebildende Formen . . . . 2. **Bicoecaceae.**
    β. einfacher oder doppelter kegelförmig ausgebildeter Plasmakragen, der die Geißel vollständig umgiebt.
      I. Kragen immer frei, trotz Gehäuse- oder Gallertbildungen.
      3. **Craspedomonadaceae.**

II. Ganzes Individuum samt Kragen in Gallerte eingeschlossen, welche dicke verzweigte Stiele bildet . . . . 4. **Phalansteriaceae.**

B. Zwei ungleich lange, oder wenn gleich lang, so doch verschieden funktionierende Geißeln oder statt der zweiten Geißel ein beweglicher rüsselartiger Fortsatz (zuweilen auch neben der langen zwei kurze Geißeln).
   a. beide Geißeln nach vorn gerichtet . . . . 5. **Monadaceae.**
   b. Die eine (meist längere) Geißel nach hinten gerichtet . . . . . 6. **Bodonaceae.**

C. Zwei gleich lange Geißeln . . . . 7. **Amphimonadaceae.**

D. 3 Geißeln . . . . 8. **Trimastigaceae.**

E. 4 Geißeln . . . . 9. **Tetramitaceae.**

F. Neben 1—2 Geißeln sind noch Cilien vorhanden. **Übergangsformen zu den Ciliaten.**

I. Oicomonadaceae. (*Cercomonadina* Kent).

Eingeißelige, ovale bis längliche Formen, mit zugespitztem oder schwach ausgerandetem Vorderende, an welchem höchstens eine kurze Lippe, aber nie ein muschel- oder rüsselartiges Peristom ausgebildet ist. Meist mit sehr zartem Periplast (Ausnahme *Herpetomonas*), einem bläschenförmigen Kern oder einem einfachen Chromatinkern. Hauptsächlich am Hinterende lebhaft die Gestalt verändernd, jedoch zeigt der Körper nie eigentliche Amöbenstadien.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Oicomonadaceae* enthalten alle *Cercomonadina* Kent. Da die Gattung *Cercomonas* selbst nicht gut definiert ist, habe ich die Familie nach ihrem Hauptrepräsentanten genannt. — Die *Oicomonadaceae* schließen sich enge an die eingeißeligen *Rhizomastigaceae*, besonders an *Mastigamoeba* an. Ihre Organisation steht auf derselben Stufe, wie diejenige von *Monadaceae* und *Amphimonadaceae*. Wie bei letzterer Familie, kommt auch hier bei wenigen Formen Gehäusebildung vor, nie jedoch Gallertbildung. Über die *Bicoecaceae* als Zwischenglied haben sich wohl die *Oicomonadaceae* zu den *Craspedomonadaceae* und diese weiterhin zu den *Phalansteriaceae* entwickelt. Alle diese Formen bilden also eine continuierliche, wenn auch im einzelnen oft sehr verschiedenartige Entwickelungsreihe, von der sich wahrscheinlich auch ein Zweig zu eingeißeligen *Chrysomonadineae* entwickelt hat. Die Beziehungen zu den eingeißeligen Formen, die neben einer Geißel noch Cilien tragen (*Trichonema*) sind vielleicht ziemlich nahe; jedoch lässt sich wegen Mangels genauerer Kenntnis dieser Formen nichts sicheres feststellen.

Einteilung der Familie. An die Hauptform *Oicomonas* schließt sich die vielleicht mit ihr zu vereinigende Gattung *Leptomonas* an. Diese kann als Übergangsform zu den beiden parasitischen Gattungen *Herpetomonas* und *Trypanosoma* aufgefasst werden. Hieran reihen sich die beiden Gattungen *Ancyromonas* und *Phyllomonas*, die beide die Eigentümlichkeit besitzen, ihre einzige Geißel bei der Bewegung nachzuschleppen. Kent und Bütschli haben die zwei gehäusebildenden Gattungen *Codonoeca* und die zweifelhafte *Platytheca* in einer besonderen Familie der *Codonoecina* Kent vereinigt und in die Nähe ihrer *Cercomonadina* gestellt. Da aber die Gehäusebildung nur aus praktischen Gründen (bei größerem Formenreichtum) zur Bildung von Familien berechtigt, solche hier aber nicht vorliegen, sind diese beiden Formen direkt in die *Oicomonadaceae* aufgenommen worden.

A. keine Gehäuse bildend:
  a. ohne undulierende Membran
    α. bei der Bewegung wird die Geißel nach vorn gerichtet.
      I. Körper oval bis eiförmig mit veränderlichem Hinterende . . . . . 1. **Oicomonas.**
      II. Körper lang spindelförmig, zuweilen cylindrisch . . . . 2. **Leptomonas.**
    β. bei der Bewegung wird die Geißel rückwärts gerichtet und nachgeschleppt.
      I. Körper eiförmig oder länglich . . . . 3. **Ancyromonas.**
      II. Körper ein dreieckiges verbogenes Blättchen bildend. . . . . 4. **Phyllomonas.**
  b. mit einer undulierenden Membran:

α. undulierende Membran am äußeren Rande geißelartig verdickt; sie erreicht das Hinterende der Zelle nicht . . . . 7. **Herpetomonas.**
β. undulierende Membran am Rande nicht verdickt; vom vorderen bis zum hinteren Zellende verlaufend . . . . 8. **Trypanosoma.**

B. Individuen in Gehäusen lebend:
a. Gehäuse kelchförmig, mit einem basalen Stiel befestigt . . . . 5. **Codonoeca.**
b. Gehäuse zusammengedrückt eiförmig, mit der Breitseite festsitzend . . 6. **Platytheca.**

1. **Oicomonas** Kent. (*Monas* p. p. J. Clark, *Spumella* Cienk. p. p. Bütschli 1878, *Cercomonas* p. p. Stein, *Paramonas* Kent). (Fig. 75 *A*, 69 *B*). Oval bis länglich, Vorderende meist etwas ausgerandet, zuweilen mit schwach lippenartigem Fortsatz, Hinterende mehr oder weniger zugespitzt, stark amöboid, sich zuweilen zu einem Stiel ausziehend, der den Körper auf festen Substraten befestigt. Länge 4—15 μ, Breite 3—6 μ.

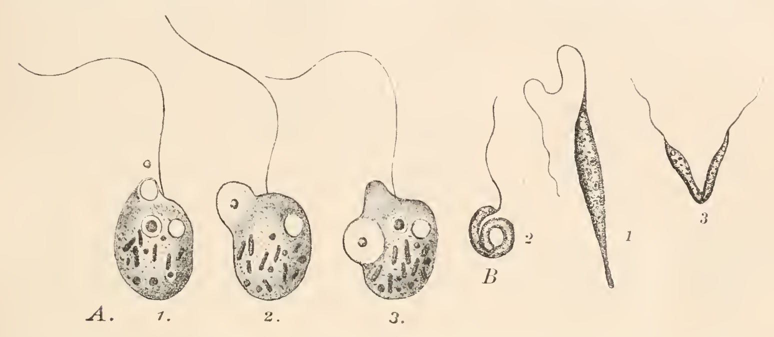


Fig. 75. *A Oicomonas termo* Ehbg. 1—3 Nahrungsaufnahme und Wanderung der Nahrungsvacuole (2000/1). — *B Leptomonas muscae domesticae* (Stein) Kent. 1 ausgestrecktes, 2 aufgerolltes Exemplar, 3 Teilungsstadium (650/1). (*A* nach Bütschli (1878); *B* nach Stein (1878).)

Geißel 1—2 mal körperlang. Mundstelle an der Geißelbasis. Eine bis mehrere contractile Vacuolen mit verschiedener Lage. Frei schwimmend oder festsitzend. Nahrungsaufnahme am Vorderende durch Vacuolen. Cysten endospor gebildet. Es wurden auch Sprößlingsbildungen im Ruhezustand angegeben, dies ist jedoch unsicher.

Etwa 8 Arten im Süßwasser und marin, z. B. *O. termo* Ehrbg. (Fig. 75, *A*).

2. **Leptomonas** Kent. (*Bodo Burnett*, *Cercomonas* p. p. Stein, *Monomita* Grassi). (Fig. 75 *B*). Spindel- bis stabförmig. 11—62 μ lang; stumpfes Ende mit 1—2 mal körperlanger Geißel. Hinter ihrer Basis eine contractile Vacuole. Kern? Bewegung langsam, Körper z. T. metabolisch.

2 Arten. *L. Bütschlii* Kent parasitisch im Darm von *Trilobus*, *L. muscae domesticae* (Stein) Kent im Darm von *Musca domestica* (Fig. 75, *B*.)

3. **Ancyromonas** Kent. (Fig. 76 *A*). Eiförmig oder länglich. Vorder- und Hinterende meist schnabelförmig zugespitzt. Nicht amöboid. Länge 5—8 μ. Geißel $1\frac{1}{2}$ mal



Fig. 76. *A Ancyromonas sigmoides* Kent. 1 verankertes Individuum, die verschiedenen Stellungen bei der Schaukelbewegung sind angedeutet. *cv* contr. Vacuole, *n* Nucleus. 2—4 Teilungsstadien (?) (2500/1). — *B Phyllomonas contorta* Klebs (3000/1). (*A* nach Kent (1882); *B* nach Klebs (1892).).

körperlang, bei der Bewegung nach rückwärts gerichtet, sich oft mit ihrer Spitze festsetzend, wobei der Körper hin und her schaukelt. Eine contractile Vacuole am Vorderende. Kern central. Geradlinige, zitternde Schwimmbewegung. Nahrungsaufnahme? Schiefe Querteilung, wobei das frühere Hinterende zum Vorderende der einen Tochterzelle werden soll (?). Encystierung und Sporenbildung (?).

1 Art. *A. sigmoides* Kent. (Fig. 76, *A*) marin.

4. **Phyllomonas** Klebs. (Fig. 76 *B*). Körper ein dreieckiges, verbogenes Blättchen bildend, formbeständig. Größe 5—7 μ. Geißel etwa körperlang, bei der Bewegung nachschleppend. Contractile Vacuole in einer Ecke des breiten Hinterendes. Kern? Bewegung: Hin- und Herzittern, mit dem Hinterende voraus. Nahrungsaufnahme? Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *P. contorta* Klebs, im Süßwasser (Fig. 76, *B*).

5. **Codonoeca** Clark (Fig. 77 *A*). Individuum länglich oval, 11 μ lang, ohne Stiel im Grunde eines kurz gestielten, farblosen, häutigen, vorn zuweilen ausgebuchteten gerippten Kelches sitzend. Länge desselben 14 μ. Geißel etwa zweimal körperlang. Zwei contractile Vacuolen in der Körpermitte. Zellen zuweilen schmutziggelb (*costata*). Kern? Nahrungsaufnahme? Vermehrung?

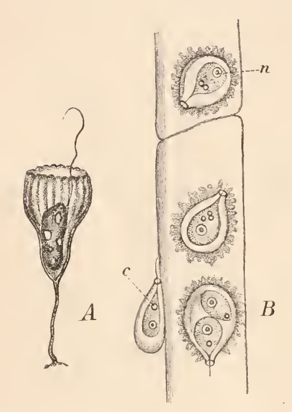


Fig 77. *A Codonoeca costata* Clark (950/1). — *B Platytheca micropora* Stein (650/1). (*A* nach J. Clark (1868); *B* nach Stein (1878).)

2 Arten: *C. costata* Clark (Fig. 77, *A*) marin, *C. inclinata* Kent im Süßwasser. Die von Clark beschriebene Art wurde von Kent und Bütschli als farblose Form in die Nähe von *Oikomonas* etc. gestellt. Clark hebt aber hervor, dass das in dem farblosen Gehäuse lebende Wesen schmutzig gelb sei. Es wäre daher möglich, dass wir es mit einer *Chrysomonadinee* zu thun haben. Da jedoch Clark sonst farblose *Bicoecen* auch als gelb beschreibt, muss man annehmen, dass die Färbung vielleicht durch Nahrungsbestandteile hervorgerufen war.

6. **Platytheca** Stein (Fig. 77 *B*). Zusammengedrückt birnförmig, hinten breit, vorn zugespitzt, in einem weiten, ovalen, gelbbraunen, häutigen Gehäuse lebend, das ebenfalls abgeplattet und mit einer Seite flach aufgewachsen ist. 18 μ lang. An dem verschmälerten Vorderende ein feiner Canal, wodurch ein kurzer Fortsatz (Geißel oder Pseudopodium) vorgestreckt wird, dessen Bewegung noch nie beobachtet wurde. Kern hinten. 1—mehrere contractile Vacuolen vorn. Vermehrung durch Teilung im Gehäuse. Dauerstadium?

1 Art. *P. micropora* Stein (Fig. 77, *B*) im Süßwasser an *Lemna*. Zweifelhaft ob wirklich eine Flagellate, da an dem geißelartigen Fortsatz nie Bewegungen beobachtet wurden.

7. **Herpetomonas** Kent. (*Trypanosoma* p. p. Danilewsky, Rabinowitsch u. Kempner, etc.) (Fig. 78 *A*). Flach, band- bis spindelförmig, vorn und hinten mehr oder weniger zugespitzt. 8—30 μ lang, 2—3 μ breit. Vom hinteren Körperviertel erstreckt sich eine undulierende Membran mit verdickter Randleiste nach vorn; dort geht letztere in die Geißel über. Plasma zuweilen mit nicht contractilen Vacuolen. An der Basis der undulierenden Membran eine kurz stabförmige, stark lichtbrechende Verdickung des Periplast: Blepharoplast. Eiförmiger Chromatinkern, dem Vorderende genähert. Bewegung vermittels der undulierenden Membran und lebhafter Krümmungen des Körpers. Hinterende zuweilen stabförmig verlängert und sich mit der Spitze festsetzend. Keine Aufnahme fester Nahrung. Vermehrung durch Längsteilung von vorn nach hinten. Bei rasch sich folgenden Teilungen entstehen rosettenförmige Complexe kleiner birnförmiger Zellen. Dauerstadium?

2 sichere Arten *H. Lewisii* Kent (Fig. 78, *A*), im Blut von Ratten und Hamstern, *Mus decumanus*, *rufescens*, wohl nicht direkt pathogen, dagegen *H. Brucii* Plimmer und Bradford, bei Pferden, Rindern, Hunden, Kameelen und Elephanten in Indien und Afrika die Surra- oder Tsetsekrankheit erregend.

8. **Trypanosoma** Gruby. (Fig. 78*B*). Von wechselnder Gestalt, meist seitlich zusammengedrückt, bald bandförmig beiderseits zugespitzt, bald spindel- oder birnförmig, auch breit blattförmig, dann häufig schraubig gedreht. Länge 10—40 μ, Breite 1—6 μ.

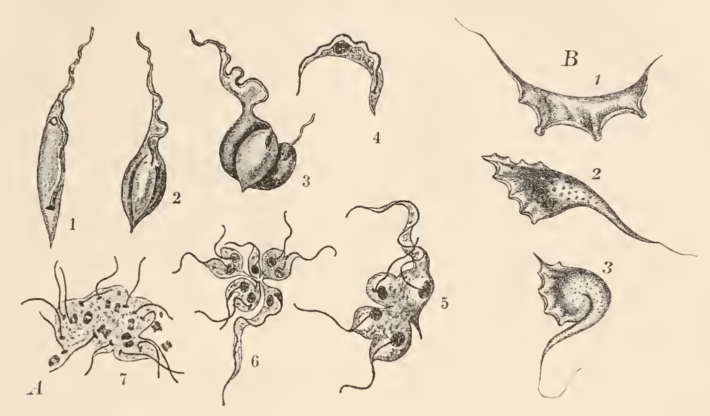


Fig. 78. *A Herpetomonas Lewisii* Kent. 1 Spindelförmiges Individuum (1500/1), 2 und 3 Teilungsstadien (1000/1). 1—3 nach dem Leben gezeichnet, 4 spindelförmiges Individuum, 5 und 6 Längsteilung und Rosettenbildung, 7 Complex gequetschter Zellen wohl mit Kernteilung, 4—7 fixiert und gefärbt (1000/1). — *B Trypanosoma sanguinis* Gruby (1000/1). (*A* nach Wasielewski und Senn (1900); *B* nach Gaule (1880).)

Vom Hinterende läuft eine undulierende Membran nach vorn und geht dort in die Geißel über, diese jedoch nicht immer ausgebildet. Rand dieser Membran wohl nicht verdickt. Kern z. T. nachgewiesen. Contractile Vacuole fehlt. Die Ortsveränderung wird durch die wellenförmigen Ausbiegungen oder flatternden Bewegungen der undulierenden Membran und durch Krümmungen des Körpers bewerkstelligt. Vermehrung durch Längsteilung, nach Danilewsky zuweilen auch Bildung rosettenförmiger Colonien (?).

Etwa 4 Arten unterscheidbar, parasitisch z. B. *T. sanguinis* Gruby (Fig. 78, *B*). Im Blute (Leber, Lunge und Knochenmark) von Fröschen, Schildkröten, verschiedener Fische und Vögel, dann auch im Darm Wirbelloser, die sich mit dem Blute von mit *Trypanosoma* inficierten Tieren nähren, ferner in Darm und Krystallstiel der Auster. Ob der von Deichler, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLIII. 1886 beschriebene Parasit des Keuchhustenauswurfes zu den Flagellaten gehört, ist zweifelhaft. Wenn es der Fall ist, gehört er am ehesten in die Nähe von *Trypanosoma*.

II. Bicoecaceae.

Ei- bis flaschenförmig, mit einer halbkreisförmig oder rund um die Geißelbasis ausgebildeten kurzen plasmatischen Membran (Analogon des Kragens der *Craspedomonadaceae*). Eine 1—2 mal körperlange, spiralig aufrollbare Geißel am Vorderende. Nahe der Geißelbasis auch der feine contractile Faden entspringend, der den Organismus an dem vasenförmigen, oft gestielten Gehäuse befestigt. Mundstelle auf dem Plasmafortsatz oder zwischen demselben und der Geißelbasis. Eine contractile Vacuole im Hinterende. Vermehrung durch Querteilung (?).

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die systematische Stellung der *Bicoecaceae* ist neuerdings etwas unsicher geworden. Von Klebs (1892) wurden sie als Mittelglieder zwischen eingeißeligen *Protomastigineae* und den *Craspedomonadaceae* aufgefasst. Seitdem nun aber Lauterborn den Stiel, mit welchem sich der Organismus im Gehäuse festsetzt, als eine modificierte Schleppgeißel bezeichnet hat, kann man im Zweifel sein, ob

die *Bicoecaceae* wirklich von den *Oicomonadaceae* oder nicht besser von den *Bodonaceae* abzuleiten seien. So müsste ihre Kragen- und Peristombildung nicht als Vorstufe zum Kragen der *Craspedomonadaceae,* sondern als Parallelbildung aufgefasst werden, die an einer anderen Stelle des Systems in einer etwas veränderten Weise stattgefunden hat. Bis aber alle Details im Bau der *Bicoecaceae* aufgeklärt sind, müssen sie noch als Übergangsformen zu *Craspedomonadaceae* betrachtet werden.

Einteilung der Familie. Die *Bicoecaceae* umfassen nur 2 sichere Gattungen, *Bicoeca* und *Poteriodendron.* Kent giebt für seine Gattungen *Bicosoeca, Hedraeophysa* und *Stylobryon*, das mit *Poteriodendron* identisch sein soll, eine kurze Nebengeißel an. Da er das Vorhandensein einer solchen sehr nachdrücklich betont, wäre es denkbar, dass ihm gehäusebildende, zweigeißelige Monaden vorlagen. Wenn *Hedraeophysa* Kent, von der ihr Autor überhaupt nur 1 Exemplar gesehen hat, eine eingeißelige *Bicoecacee* ist, so muss diese Gattung mit *Bicoeca* vereinigt werden. Jedenfalls ist die von Kent ursprünglich zu *Bicoeca*, später zu *Codonoeca* gerechnete Form wieder in ersterer Gattung unterzubringen. Ob *Stylobryon epistyloides* Kent mit doldenförmig angeordneten Zellen als eingeißelige mit deutlichem Peristomfortsatz versehene Form hierher oder als zweigeißelige Form in die Nähe von *Monas* gehört, ist zweifelhaft.

A. Peristomfortsatz dünn, häutig . . . . **1. Bicoeca**
B. Peristomfortsatz dick, rüsselförmig. . . . . **2. Poteriodendron.**

1. **Bicoeca** J. Clark. (*Hedraeophysa* Kent). (Fig. 79). Oval bis birnförmig, metabolisch, mit einem lippenförmigen, contractilen Fortsatz am verschmälerten Vorderende;

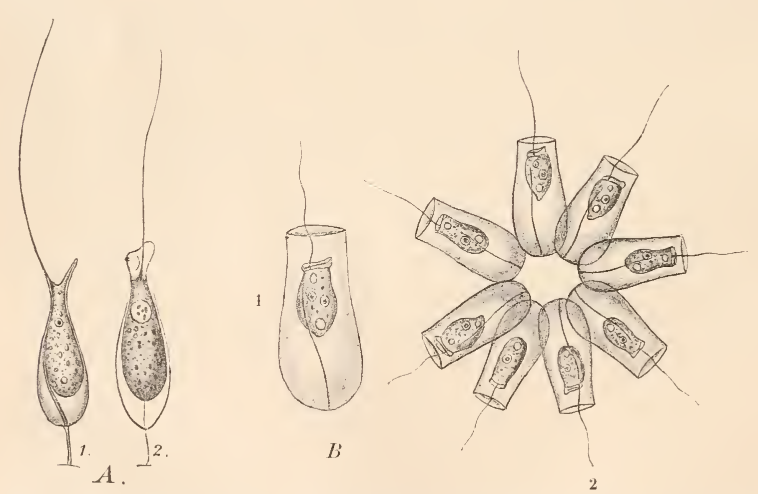


Fig. 79. *A Bicoeca lacustris* J. Clark. 1 Peristom im Profil. 2 von der Fläche gesehen (650/1). — *B Bicoeca socialis* Lauterb. 1 isoliertes Individuum (1200/1). 2 Colonie (1000/1). (*A* nach Bütschli (1878); *B* nach Lauterborn (1899).)

durch einen vorn entspringenden und in seitlicher Furche nach hinten laufenden contractilen Faden (Geißel?) im Grunde eines ovalen, birnförmigen, durchsichtigen, nicht oder kurz gestielten Gehäuses befestigt, dessen Rand zuweilen contractil ist. Länge des Gehäuses 10—15 μ, die der Flagellate etwas kleiner. Eine etwa $1\frac{1}{2}$—2 × körperlange Geißel an der Basis des lippenförmigen Fortsatzes entspringend. Daselbst auch Nahrungsaufnahme durch Vacuolen. 1 contractile Vacuole im Hinterende. Kern etwas vor der

Mitte gelegen. Bewegung auf Ausstrecken und Einziehen des Haftfadens der Flagellate reduziert. Querteilung(?) im Gehäuse. Dauerstadium?

4 Arten im Süßwasser und marin, z. B. *B. lacustris* J. Clark (Fig. 79 *A*) und *B. socialis* Lauterb. (Fig. 79 *B*).

2. **Poteriodendron** Stein. (?*Stylobryon* Fromentel, Kent, *Bicosoeca* Bütschli 1878 p. p.) (Fig. 80). Ei- bis birnförmig, metabolisch, mit seitlichem, breit rüsselförmigem Plasmafortsatz; mit einem am Hinterende entspringenden Plasmafaden im Grunde des becherförmigen gestielten Gehäuses festsitzend. Länge der Zelle 21,5—34 μ, Länge der Gehäuse 17—30 μ. Eine etwa 2 × körperlange Geißel entspringt der dem Plasmafortsatz gegenüberliegenden Seite. Mundstelle auf der abgestutzten Fläche des Plasmafortsatzes. 1 contractile Vacuole im Hinterende. Kern central. Bewegungen auf die Streckungen und Zusammenziehungen des am Hinterende entspringenden Haftfadens beschränkt. Ernährung tierisch und wohl auch saprophytisch. Querteilung(?). Dauerstadium?

1—2 Arten. *P. petiolatum* Stein (Fig. 80) Süßwasser.

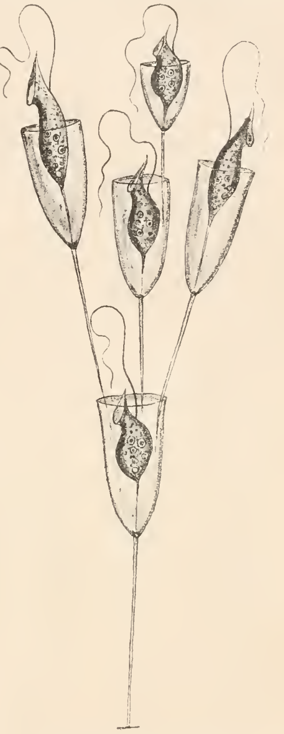


Fig. 80. *Poteriodendron petiolatum* Stein (800/1). (Nach Stein (1878).)

III. Craspedomonadaceae.

Eingeißelige Formen, welche am Vorderende einen oder zwei immer frei nach außen abstehende plasmatische umgekehrt kegelförmige Krägen tragen. Gehäuse- und Coloniebildung häufig.

Organisation. Meist eiförmig. Der plasmatische Kragen, der für diese Familie charakteristisch ist, kann bald erweitert, bald verengert, eingezogen oder ausgestreckt werden und wird bei der Teilung wie die Zelle der Länge nach gespalten (Fig. 81). Dass dieses Organ der Nahrungsaufnahme dient, wurde schon frühe erkannt, dagegen herrschen über die Art und Weise dieser Funktion verschiedene Ansichten. Nach Kent sollen die durch die Geißelbewegung auf die Außenseite des Kragens geschleuderten Nahrungskörperchen von der im Kragen herrschenden Plasmaströmung über den äußeren Rand des Kragens auf die Innenseite desselben gebracht und an seiner inneren Basis ins Körperplasma versenkt werden. Nach Bütschli sollen die Nahrungsbestandteile, die auf die Außenseite des Kragens stoßen, auf derselben direkt nach der Basis geführt werden und dort von einer rings um die Geißelbasis wandernden Nahrungsvacuole aufgenommen werden. Entz und nach ihm Francé fassen den Kragen nicht als überall geschlossenes Gebilde, sondern als eine papiertrichterartig gedrehte Membran auf, deren äußerer Teil sich bei der Nahrungsaufnahme vom Trichter losdrehe. (Fig. 82 *B* 2 u. 3). Dadurch dass die sich loslösende Lamelle sich in einer mehr oder weniger steilen Spirale vom Kragen abhebt, und dann der abstehende Teil je nach dem Maße der Abrollung weiter oben oder weiter unten



Fig. 81. *Codosiga pulcherrima* Clark. Längsteilung (750/1). (Nach Clark (1868).)

außerhalb am Kragen sichtbar wird, scheint eine Vacuole um den Kragen zu wandern, wie es Bütschli beobachtet hat. Dieselbe würde aber der Basis des Kragens nicht immer in gleicher Höhe folgen, wie dieser Forscher angegeben, sondern sich in mehr oder weniger steiler Spirale, je nachdem der Kragen einen steileren oder flacheren Kegel bildet, erheben und senken. Nach dieser Auffassung würden die an den Kragen durch die Geißelbewegung herangestrudelten Nahrungskörperchen die Entrollung der Kragenmembran veranlassen. Das Partikelchen sinkt dann wohl zuerst bis zu der Spirallinie hinunter, von wo es dieser folgend an die Basis des Kragens geführt und dort mit einem Tropfen Wasser als Nahrungsvacuole in das Körperplasma eingesenkt wird. Diese Auffassung wurde von Francé (1897) an mehreren Gattungen als richtig befunden; da sie auch die Angaben der früheren Forscher (Bütschli und Fisch) erklärt, dürfte ihr wohl vor den übrigen Erklärungsversuchen der Vorzug gegeben werden. —

Zellen oft mit chitinösen Stielen auf festem Substrate festsitzend, bei manchen Formen auch in farblosen oder gelben chitinösen Gehäusen mannigfaltiger Gestalt lebend (die bald frei sind, bald mit Stielen festsitzen). Die Zelle ist damit meist durch contractile plasmatische Fäden verbunden. Periplast sehr zart, erlaubt zuweilen noch Pseudopodienbildung. Plasma häufig Öltröpfchen enthaltend. 1 contractile peripher gelegene Vacuole. Außer der bei der Nahrungsaufnahme thätigen Schlingvacuole sind noch mehrere nicht contractile Flüssigkeits- und Nahrungsvacuolen vorhanden. Kern bläschenförmig, nahe dem Vorderende gelegen. Bei der freien Schwimmbewegung geht das Hinterende voran. Ernährung saprophytisch und tierisch (hauptsächlich Bakterien). Vermehrung durch Längsteilung, ausnahmsweise eine Sprossung durch Querteilung. Nach Fisch (1885) auch successive Vierteilung in Dauercysten.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die Wahrscheinlichkeit einer Abstammung der *Craspedomonadaceae* von *Bicoecaceae* und *Oicomonadaceae* wurde schon bei letzterer Familie besprochen, ebenso ihre weitere Differenzierung zu dem Typus *Phalansterium*. Es muss nun noch auf die Theorie von James Clark (1868) und Kent (1882) hingewiesen werden, nach welcher die *Craspedomonadaceae* in sehr naher Beziehung zu den *Spongien*, speziell deren Kragenzellen ständen. Wenn auch eine unverkennbare Ähnlichkeit vorhanden ist, so haben schon Bütschli und Fr. E. Schulze gegen eine direkte phylogenetische Ableitung und systematische Vereinigung der beiden Gruppen Einsprache erhoben, indem sie die bei beiden Gruppen vorkommenden Kragenbildungen als Convergenzerscheinung auffassen. Auch Haeckel (Systemat. Phylogenie) nimmt Stellung gegen eine Ableitung der *Spongien* von den *Craspedomonadaceae*, weil die Geißelzellen der Spongien-Gastrula den charakteristischen Kragen nicht besitzen.

Einteilung der Familie. Alle *Craspedomonadaceae* haben denselben Bau; die systematische Einteilung kann deshalb nur auf secundär erworbenen Eigenschaften fußen. Dabei kommen hauptsächlich zwei Eigenschaften in Betracht: die Bildung oder das Nichtbilden von Gehäusen und das Vorhandensein eines einzigen oder zweier Krägen. Da man bei der Ausbildung eines zweiten Kragens tiefergreifende Veränderungen voraussetzen muss, als bei der Bildung von Gehäusen, die auch in anderen Flagellatengruppen bei zweifellos sehr nahe verwandten Formen auftreten kann, teile ich in erster Linie in Formen mit einem Kragen (*Monosigeae*) und solche mit 2 Krägen (*Diplosigeae*), während die Gehäuse- und Coloniebildung erst in zweiter Linie in Betracht kommt:

A. 1 Kragen, frei schwimmend oder sessil . . . . **Monosigeae.**
  a. Individuen nackt oder von Gallerte, nicht von einem festen Gehäuse umschlossen. (*Codonosiginae* Kent und Bütschli).
    α. freischwimmend:
      I. Individuen ohne Schleimhülle:
        1. seitlich mit einander zu reihenförmigen Colonien verbunden **5. Desmarella.**
        2. an radiär strahligen Stielen sitzend. . . . . **4. Astrosiga.**
      II. Individuen in einer Schleimhülle eingebettet:
        1. an radiär angeordneten Stielen sitzend . . . . **7. Sphaeroeca.**
        2. regellos in der Gallerte zerstreut . . . . **6. Protospongia.**

β. sessil:
 I. ohne oder nur mit kurzem, die Körperlänge nicht übertreffendem Stiel 1. **Monosiga.**
 II. Mit langem Stiel festsitzend.
  1. Stiel einfach . . . . 2. **Codonosiga.**
  2. Stiel verzweigt . . . . 3. **Codonocladium.**
b. Individuen von einem Gehäuse eingeschlossen . . . . . (*Salpingoecina* Kent, Bütschli).
 α. freischwimmend . . . . 10. **Lagenoeca.**
 β. sessil:
  I. einzellebend . . . . 8. **Salpingoeca.**
  II. zu Colonien vereinigt . . . . 9. **Polyoeca.**
B. 2 Krägen, sessil:
 a. nackt:
  α. ohne oder nur mit kurzem Stiel . . . . 11. **Diplosiga.**
  β. mit langem einfachem Stiel . . . . 12. **Codonosigopsis.**
 b. Individuen in einem Gehäuse lebend . . . . 13. **Diplosigopsis.**

1. Unterfamilie **Monosigeae.**

Nur ein Kragen.

1. **Monosiga** Kent. (Fig. 82 *A*). Eiförmig langgestreckt bis wurmförmig; 5—15 μ groß. Einzellebend, nackt, ohne oder nur mit kurzem, die Körperlänge nicht erreichendem Stiel.

3 Arten im Süßwasser und marin z. B. *M. ovata* Kent (Fig. 82, *A*).

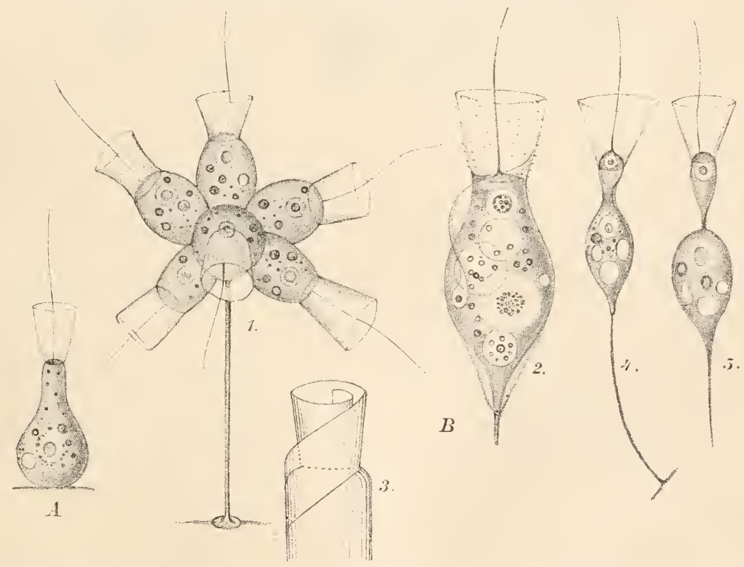


Fig. 82. *A Monosiga ovata* Kent (1500/1). — *B Codonosiga Botrytis* Stein. 1. gestielte Colonie (1000/1). 2. Funktion des Kragens, Schlingvacuole (1300/1). 3. Schema der Kragenstructur. 4. und 5. Querteilung (1000/1). (Nach Francé 1897.)

2. **Codonosiga** Clark. (*Epistylis Botrytis* Ehbg., *Anthophysa* [*solitaria*] Fresen.) (Fig. 82 *B*). Kugelig bis eiförmig nackt, 6—30 μ groß. Einzeln oder mehrere Individuen auf langem, nicht verzweigtem Stiel.

2 Arten im Süßwasser und marin z. B. *C. Botrytis* Stein (Fig. 82, *B*).

3. **Codonocladium** Stein. (*Epistylis* Tatem., *Codosiga* Kent p. p.) (Fig. 83 *A*). Kugelig bis eiförmig, nackt, 12—15 μ groß. Die mehr als körperlangen Stiele bilden cymöse, corymbus- oder doldenartig verzweigte Colonien.

3 Arten im Süßwasser und marin, z. B. *C. umbellatum* Tat. (Fig. 83, *A*).

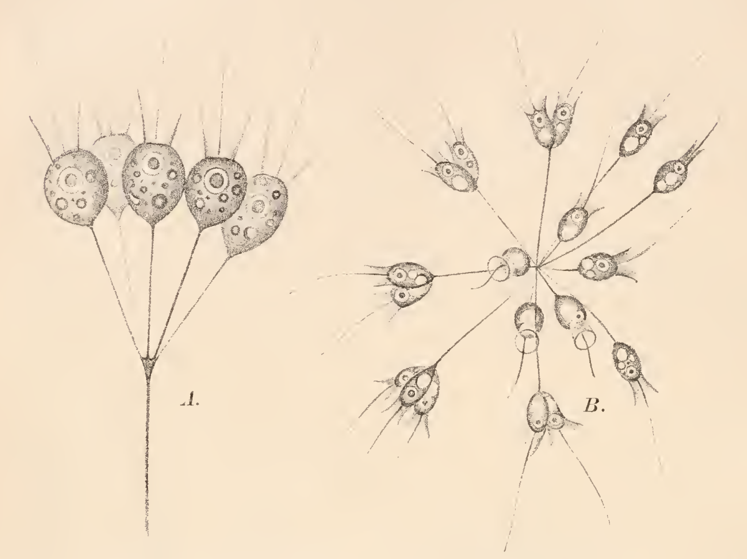


Fig. 83. *A Codonocladium umbellatum* Tat. (1000/1). — *B Astrosiga radiata* Zach. (500/1). (Nach Francé (1897).)

4. **Astrosiga** Kent. (Fig. 83 *B*). Kugelig bis eiförmig nackt, 16 μ groß. Einzeln oder mehrere bis viele (über 100) Individuen auf Stielen sitzend, die von einem gemeinsamen Punkt radiär ausstrahlen. Die Colonien schwimmen rotierend.

2 Arten im Süßwasser, z. B. *A. radiata* Zach. (Fig. 83, *B*).

5. **Desmarella** Kent (*Codonodesmus* Stein, *Hirmidium* Perty?). (Fig. 84 *C*). Eiförmig nackt, bis 12 Individuen zu einer bandförmigen, schwach bogig gekrümmten, frei umherschwimmenden Colonie vereinigt.

1 Art. *D. moniliformis* Kent (Fig. 84 *C*), im Süßwasser und marin. — Die Identificierung dieser Gattung mit dem von Perty (1852) als *Hirmidium* bezeichneten Wesen, wie sie Bütschli vorgeschlagen, ist zu hypothetisch. Dagegen muss Francé (1897) gegenüber die Priorität des Kent'schen Namens *Desmarella* (April und August 1878) gegenüber dem Stein'schen *Codonodesmus* (November 1878) hervorgehoben werden, umsomehr, als die mit Codon (Glocke) zusammengesetzten Namen in dieser Familie schon zahlreich genug sind.

6. **Protospongia** Kent (Fig. 84 *A*). Oval bis birnförmig, 8 μ groß. Geißel 3—4 × körperlang. In gemeinsamer Gallertmasse eingelagert, unregelmäßige Colonien bildend.

2 Arten im Süßwasser und marin z. B. *P. Haeckelii* Kent (Fig. 84, *A*).

7. **Sphaeroeca** Lauterborn (Fig. 84 *B*). Kugelig bis birnförmig, 8—12 μ lang, mit 5 × körperlanger Geißel. Am Hinterende trägt jedes Individuum einen Stiel. Zellen in hyaliner Gallerte eingelagert, kugelförmige, bis 200 μ große Colonien bildend. Die Individuen sind auf ihren Stielen radiär darin angeordnet; kein Zusammenhang der Stiele im Centrum beobachtet.

1 Art. *Sph. Volvox* Lauterb. (Fig. 84, *B*), im Süßwasser.

8. **Salpingoeca** Clark. (Fig. 85 *A*). Einzellebend, kugelig, oval, flaschenförmig bis länglich, 6—25 μ lang; in mannigfaltig gestalteten, chitinösen, 6—50 μ langen, festsitzenden Gehäusen lebend, welche meist ungestielt sind; einige bilden aber einen langen, unverzweigten Stiel mit einer terminalen Haftscheibe aus.

19 Arten im Süßwasser und marin. (Artsystematik siehe bei Francé (1897)) z. B. *S. amphoridium* Clark. (Fig. 85, *A*.)

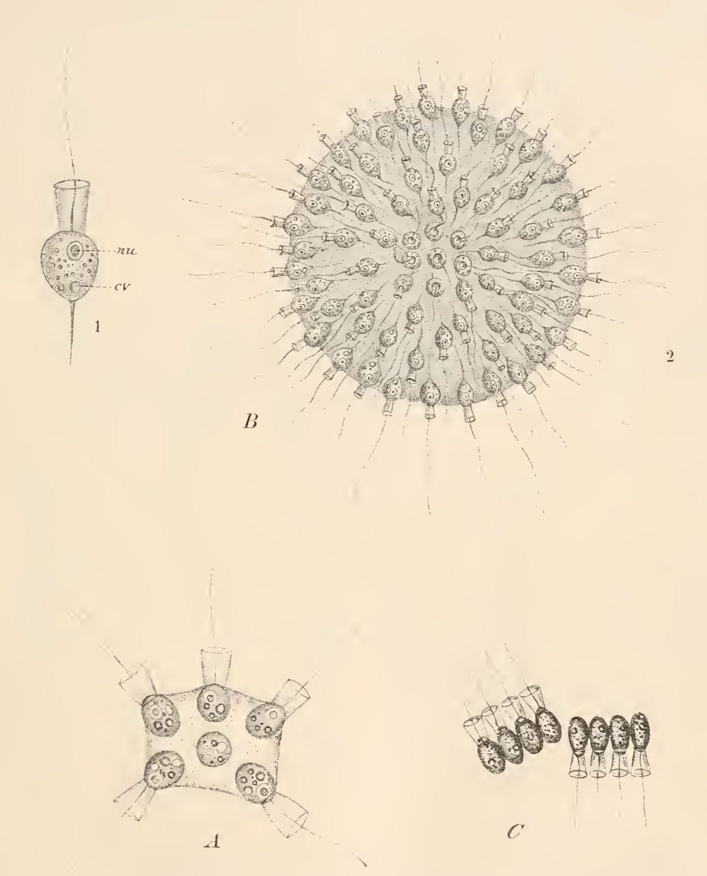


Fig. 84. *A Protospongia Haeckelii* Kent (1000/1). — *B Sphaeroeca Volvox* Lauterborn. 1 einzelne Zelle (1000/1). 2 Colonie (500/1). — *C Desmarella moniliformis* Kent (650/1). (*A* nach Francé (1897); *B* nach Lauterborn (1899); *C* nach Stein (1878).)

9. **Polyoeca** Kent (Fig. 85 *B*). Wie *Salpingoeca* gebaut, aber die 10 μ großen Gehäuse lang gestielt in den Gehäusen der älteren Zellen sitzend und so verzweigte Colonien bildend.

1 Art. *P. dichotoma* Kent (Fig. 85, *B*) marin.

10. **Lagenoeca** Kent (Fig. 85 *C*). Einzellebend, kugelig bis eiförmig, mit sehr metabolischem Kragen; mit einem kugelig bis eiförmigen, 6—15 μ großen Gehäuse frei herumschwimmend, wobei die Geißel nachgeschleppt wird.

2 Arten im Süßwasser z. B. *L. globulosa* Francé (Fig. 85 *C*). Es ist immer noch fraglich, ob die zu dieser Gattung gerechneten Formen nicht einfach losgelöste und freischwimmende *Salpingoeca*-Individuen sind.

2. Unterfamilie Diplosigeae.

Zwei Krägen.

11. **Diplosiga** Frenzel (Fig. 86 *A*). Ei- bis birnförmig, nackt, mit 2 Krägen, die entweder auf gleicher Basis entspringen, (*frequentiss.* Zach.), oder einer höher als der andere (*socialis* Frenzel), 8—12 μ groß. Ohne oder mit kurzem Stiel festsitzend.

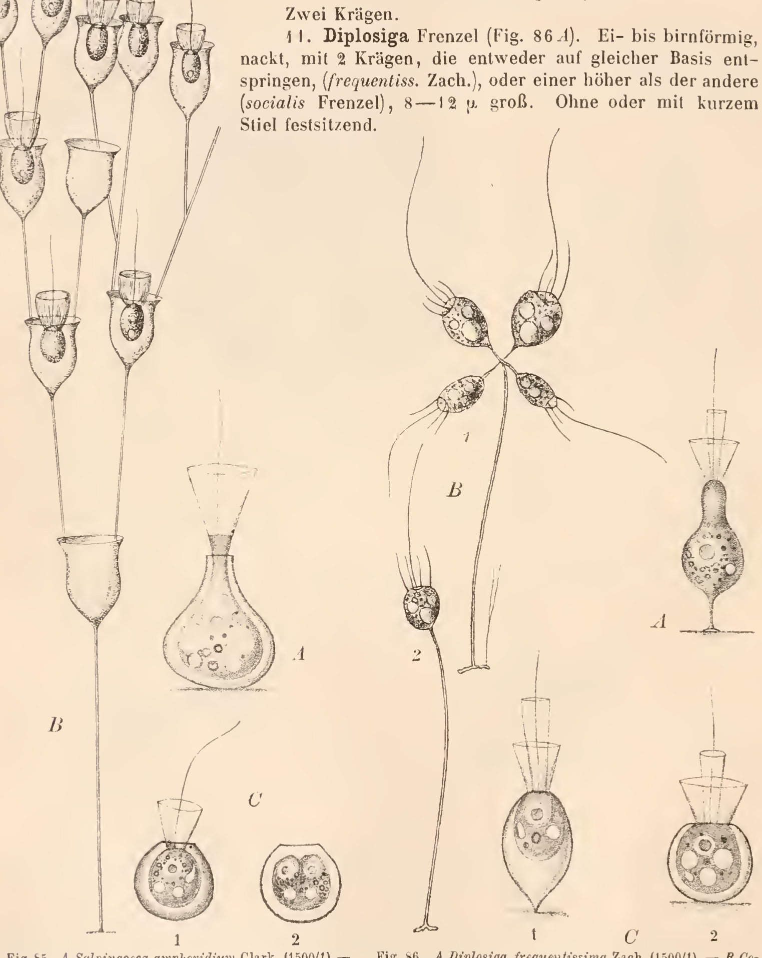


Fig. 85. *A Salpingoeca amphoridium* Clark. (1500/1). — *B Polyoeca dichotoma* Kent (1500/1). — *C Lagenoeca globulosa* Francé. 1 freischwimmende Zelle. 2 Teilung (1000/1). (*A* und *C* nach Francé (1897); *B* nach Kent (1882).)

Fig. 86. *A Diplosiga frequentissima* Zach. (1500/1). — *B Codonosigopsis Robini* Senn (700/1). — *C Diplosigopsis Entzii* Francé. 1 spindelförmige, 2 kugelige Artvarietät (1500/1). (*A* und *C* nach Francé (1897); *B* nach Robin (1879).)

2 Arten im Süßwasser z. B. *D. frequentissima* Zach. (Fig. 86, *A*). Zacharias, Plöner Forschungsber. II. 1894 S. 75—76.

12. **Codonosigopsis** (Robin) Senn. (Fig. 86 *B*). Kugelig, nackt, 10—15 μ groß; einzeln oder mehrere Individuen zu Dolden vereinigt auf langen Stielen sitzend. Wie *Codonosiga*, aber mit 2 Krägen.

1 Art *C. Robini* Senn (Fig. 86, *B*), im Süßwasser.

13. **Diplosigopsis** Francé (Fig. 86 *C*). Einzellebend, kugelig bis eiförmig, 4—6 μ groß, in einem kugeligen oder unten etwas zugespitzten, festsitzenden Gehäuse lebend.

1 Art. *D. Entzii* Francé (Fig. 86, *C*), im Süßwasser.

IV. Phalansteriaceae.

Eiförmig, meist in den Enden dicker, körniger Gallertstöcke lebend, durch ein enges, die Geißel an der Basis kragenartig umhüllendes Gebilde ausgezeichnet.

Organisation und verwandtschaftliche Beziehungen. Die Gestalt der Zelle schließt sich eng an diejenige der *Craspedomonadaceae* an: ovaler nackter Plasmakörper mit centralem, bläschenförmigem Kern; 1 contractile Vacuole, die allerdings im Hinterende



Fig. 87. *A Phalansterium digitatum* Stein (400/1). — *B Ph. consociatum* Cienk. 1 Zelle mit deutlicher Hülle und Stiel innerhalb der Gallerte. 2 Durch Druck von der Gallerte befreites Individuum. 3 frisch geteilte Zellen. 4 späteres Stadium (1000/1). 5 Dauercysten (800/1). (*A* nach Stein (1878); *B* 5 nach Cienkowski (1870); *B* 1—4 Original.)

herumwandert. Dazu kommt noch ein enges, kragenförmiges Gebilde, das die Geißel an ihrer Basis umgiebt. Bütschli bringt dasselbe mit dem Kragen der *Craspedomonadaceae* in Beziehung; Klebs (1888) und Francé (1897) sind dagegen der Ansicht, es sei nur eine besondere wallartige Plasmaausstülpung, wie eine solche von Dallinger und Drysdale auch bei *Oicomonas Dallingeri* Kent beschrieben wurde; zudem könne es mit der Nahrungsaufnahme, der es bei den *Craspedomonadaceae* diene, nichts zu thun

haben, da der ganze Organismus in einen dichten Gallertmantel eingehüllt sei, der auch vorn nur eine kleine Öffnung freilasse. Daher sei *Phalansterium* zu den *Spongomonadeae* zu stellen. Dem gegenüber muss hervorgehoben werden, dass die *Spongomonadeae* zweigeißelig sind. Die merkwürdige Gestalt des Kragens kann sehr wohl eine Umwandlung des *Craspedomonaden*kragens sein, die durch die starke Gallertausscheidung bedingt wurde. Wenn aber der *Phalansterium*kragen in ähnlicher Gestalt schon bei *Monas Dallingeri* ausgebildet ist, so müsste man *Phalansterium* direkt von den *Oicomonadaceae* ableiten und es als eine den *Craspedomonadaceae* parallele Form auffassen. In beiden Fällen gehört aber *Phalansterium* zu den eingeißeligen *Protomastigineae*, und die Ähnlichkeit mit der Gallertbildung der *Spongomonadeae* muss vielmehr als Parallelbildung aufgefasst werden.

Phalansterium Cienk. (*Monas consociata* Fresen.) (Fig. 87). Oval bis länglich, am Vorderende mit engem, plasmatischem, gestaltbeständigem Kragen, der die Geißelbasis umgiebt. Länge der Zellen 10—16 μ. Geißel 2—3 × körperlang. Mundstelle fehlt wohl. Periplast deutlich, am Hinterende in einen zarten Stiel übergehend. Der ganze Organismus in eine dicke, nur vorn eine kleine Lücke frei lassende Schleimhülle eingebettet, welche größere, dunkler färbbare Körper dichterer Substanz enthält und später durch Einlagerung von Eisenoxydhydrat oft braun gefärbt wird. Bildung von starken, dichotom verzweigten Gallertstöcken, die zuweilen als dichte Kugeln erscheinen. Plasma oft mit Vacuolen. 1 pulsierende Vacuole wandert im Hinterende umher. Kern central. Spontanes Freiwerden der Individuen noch nicht beobachtet. Ernährung wohl ganz saprophytisch, nicht tierisch. Längsteilung (Querteilung wird nur durch nachträgliche Verschiebung vorgetäuscht). Bildung von kugeligen Dauercysten mit einer verdickten Leiste.

2 Arten im Süßwasser. *Ph. digitatum* Stein mit baumförmigen (Fig. 87, *A*) und *Ph. consociatum* Cienk. (Fig. 87, *B*) mit dicht kugeligen Colonien.

V. Monadaceae.

Einzeln oder zu Colonien vereinigt mit einer langen Haupt- und einer bis zwei kurzen Nebengeißeln, die an dem meist ausgerandeten Vorderende entspringen; dort wird auch die feste Nahrung vermittelst Vacuolen aufgenommen. Neben der Geißelbasis und der Mundstelle zuweilen ein kurzer lippenartiger Fortsatz, der bei der Nahrungsaufnahme mithilft.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Monadaceae*, deren Organisation auf derselben Stufe steht, wie diejenige der *Oicomonadaceae* und *Amphimonadaceae*, müssen wohl von den *Rhizomastigaceae* abgeleitet werden, obschon bei denselben das Größenverhältnis der beiden Geißeln ein ganz anderes ist. Mit den *Bodonaceae* haben sie die zwei ungleichartig ausgebildeten Geißeln gemeinsam. Von den *Monadaceae* sind die *Ochromonadaceae* (*Chrysomonadineae*) abzuleiten; abgesehen von dem Vorhandensein oder Fehlen der Chromatophoren sind beide Familien gleich organisiert. Es ist aber auch denkbar, dass diejenigen *Monadaceae*, die einen Augenfleck besitzen (*Monas vivipara* Ehbg. und *Anthophysa Steinii* Senn.) oder Leucosin als Stoffwechselprodukt bilden, secundär farblos gewordene *Ochromonadaceae* sind. Auch bei den *Chloromonadineae*, speziell der zuweilen farblos auftretenden *Chloramoeba* finden sich Anklänge an *Monas*. Die mit einer kurzen und einer langen Geißel versehenen *Astasiaceae* (*Distigma* und *Sphenomonas*) können wohl nicht direkt von *Protomastigineae* abgeleitet werden. — Francé (1897) bringt die *Monadaceae* mit den *Bicoecaceae* in engere Beziehung, indem er den bei letzteren auftretenden Peristomfortsatz mit dem schnabelartigen Fortsatz von *Monas* und *Dendromonas* homologisiert. Da aber auch die eingeißelige *Oicomonas* einen solchen Schnabel besitzt, liefert diese Eigenschaft keinen Beweis für eine direktere Verwandtschaft der *Bicoecaceae* mit *Monas* als mit *Oicomonas*. Nur die Begeißelung kann die Frage entscheiden. Übrigens wird der schnabelförmige Fortsatz z. B. bei *Anthophysa* bei vorwiegend saprophytischer Ernährung gar nicht ausgebildet. Dieses Organ ist hier also noch nicht constant.

Möglicherweise müssen die von Kent und Stokes als *Bicoecaceae* beschriebenen, gehäusebildenden Formen mit einer Haupt- und einer Nebengeißel (Fig. 88 *D*) bei den *Monadaceae* berücksichtigt werden, da doch kaum anzunehmen ist, dass Stokes nur unter dem Einfluss von Kent an allen gehäusebildenden *Protomastigineae* eine kleine zweite Geißel gesehen habe. Es ist übrigens auch auffallend, dass von dieser Familie bisher noch keine gehäusebildenden Formen bekannt geworden sind.

Einteilung der Familie. Die Familie der *Monadaceae*, wie ich sie auffasse, deckt sich nicht mit derjenigen der *Monadina* Klebs (1892), da die meisten derselben als eingeißelige Formen von mir zu den *Oicomonadaceae* gerechnet wurden. Dagegen entspricht meine Familie genau den *Monomonadina* Bütschli, welchen ich die *Dendromonades* Stein einverleibe. Letztere als selbständige Familie zu behandeln, wird durch das eine Merkmal der Coloniebildung, die zudem auf verschiedene Weise zu Stande kommt, nicht gerechtfertigt, da der Zellbau mit demjenigen von *Monas* übereinstimmt. An die Hauptgattung *Monas* schließt sich *Sterromonas* Kent an, die allerdings mit der gerade nach vorn gestreckten langen Geißel sehr viele Ähnlichkeit mit *Peranemaceae* hat; wenn die contractile Vacuole von Kent nicht im Hinterende angegeben würde, müsste diese Gattung in der genannten Familie untergebracht werden. Ebenso ist *Physomonas vestita* Stokes (1888) vorläufig in die Nähe von *Monas* zu stellen, obwohl sie viele Ähnlichkeit mit *Heliozoen* hat; jedoch deutet die Begeißelung, das Vorhandensein einer Mundleiste, sowie die Nahrungsaufnahme, die vorwiegend an der Geißelbasis stattfindet, auf nähere Verwandtschaft mit den *Monadaceae* hin. Da die von Kent in der Gattung *Physomonas* untergebrachten Arten nichts anderes als sessile Monaden sind, wird dieser Name frei und kann zur Bezeichnung der von Stokes beschriebenen Form dienen.

A. Gewöhnlich einzellebend oder wenn koloniebildend, so sind die Zellen nur mit feinen Plasmafäden oder durch Adhäsion gegenseitig locker verbunden.
  a. Zellen nackt:
    I. Bei der Bewegung wird die lange Geißel in ihrer ganzen Länge bewegt **1. Monas.**
    II. bei der Bewegung wird die lange Geißel starr nach vorn gestreckt, während die kürzere pendelt . . . . **2. Sterromonas.**
  b. Zellen von dünner, körniger Schleimschicht umgeben, auf welcher allseitig feine, biegsame Strahlen stehen . . . . **3. Physomonas.**
B. Gewöhnlich zu Colonien vereinigt auf deutlichen, mehr oder weniger festen Gallertstielen (*Dendromonades* Stein).
  a. Individuen einzeln an den Enden starrer, verzweigter Gallertstiele **4. Dendromonas.**
  b. Individuen mit den Hinterenden zu Köpfchen vereinigt, an den Enden verzweigter Stiele:
    I. Stiele starr, glatt, hyalin . . . . **5. Cephalothamnium.**
    II. Stiele mehr oder weniger biegsam, meist braun gefärbt, mit rauher, körniger Oberfläche **6. Anthophysa.**

1. **Monas** Stein. (*Physomonas* Kent) (Fig. 88 *A*). Kugelig bis länglich oval, schwach amöboid, am meisten das Hinterende, das zuweilen ein fadenförmiges Pseudopodium ausbildet. Größe 2—30 μ. Die Geißeln (die eine etwa körperlang, die andere kurz, $^1/_3$—$^1/_6$ mal körperlang) entspringen in einer Ausrandung des Vorderendes. Für einige Formen (*vivipara* und *vulgaris*) werden auch zwei Nebengeißeln angegeben, welche Francé (1897) wohl mit Unrecht auf irrtümliche Auffassung eines kragenähnlichen Gebildes zurückführt, das ähnliche Durchschnittsbilder liefern würde. An der Geißelbasis oft eine verdickte Stelle, der sogen. Mundstrich von unbekannter Funktion. Periplast zart. Im Plasma Fetttröpfchen, zuweilen auch leucosinähnliche Substanz. Bei *M. vivipara* am Vorderende ein roter Augenfleck. Eine contractile Vacuole am Vorderende. Kern in der vorderen Körperhälfte. Frei schwimmende Bewegung; mit dem Hinterende zuweilen durch einen feinen Plasmafaden befestigt. (Solche Formen von Kent als *Physomonas* bezeichnet.) *M. sociabilis* Meyer auch rosettenförmige Colonien bildend. Ernährung saprophytisch und tierisch. Dauerstadium?

Etwa 7 Arten im Süßwasser und marin, z. B. *M. vivipara* Ehrb. (Fig. 88, *A*).

2. **Sterromonas** Kent (Fig. 88 *B*). Länglich, hinten abgerundet, vorn zugespitzt, in

der Mitte etwas eingeschnürt, mehr oder weniger formbeständig; 13,5—21,5 μ lang. Die eine Geißel starr nach vorn gestreckt, vorn zugespitzt, etwa körperlang, die andere halb so lang, rasch schwingend. Eine contractile Vacuole im Hinterende. Kern central.

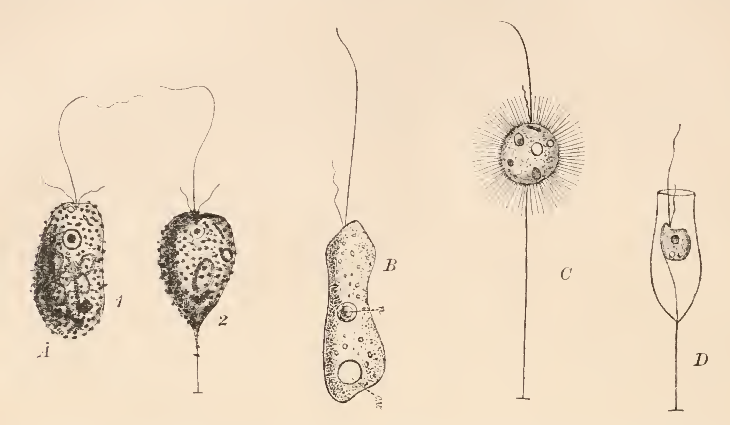


Fig. 88. *A Monas vivipora* Ehbg. 1 freischwimmendes, 2 festsitzendes Exemplar mit 2 Nebengeißeln (650/1). — *B Sterromonas formicina* Kent. *n* Kern, *cv* contractile Vacuole (1200/1). — *C Physomonas vestita* Stokes (750/1). — *D Bicoeca dissimilis* Stokes (800/1). (*A* nach Stein (1878); *B* nach Kent (1882); *C* und *D* nach Stokes (1888))

Bewegung gemächlich, mit ausgestreckter langer, und pendelnder kurzer Geißel, zuweilen rasches Vorwärtsschwimmen. Nahrungsaufnahme? Vermehrung? Dauerstadium kugelig, vorher Annahme einer amöboiden Gestalt.

1 Art. *St. formicina* Kent (Fig. 88, *B*), im Süßwasser und marin.

3. **Physomonas** Kent (Fig. 88 *C*). Kugelig, auf einem fadenförmigen, biegsamen, 4mal körperlangen Stiel festsitzend. 13,5 μ im Durchmesser. Die eine Geißel 2mal, die andere $^1/_2$mal körperlang. Mundstelle wahrscheinlich an der Geißelbasis; dort eine »Mundleiste«. Periplast durch eine zarte, schleimige, feinkörnige Schicht vertreten, durch welche zahlreiche feine biegsame Strahlen allseitig austreten, die etwas kürzer sind, als die kurze Geißel; sie sind unbeweglich und bei der Nahrungsaufnahme unthätig. Zwei contractile Vacuolen etwas vor der Körpermitte. Kern? Nahrungsaufnahme meist an der Geißelbasis, durch eine Nahrungsvacuole, die die Gallerthülle und die Strahlen beiseite drängt. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *Ph. vestita* Stokes (Fig. 88, *C*), im Süßwasser.

4. **Dendromonas** Stein (*Epistylis* Weisse, *Cladonema* Kent). (Fig. 89 *A*). Birnförmig bis abgerundet dreieckig, seitlich mehr oder weniger zusammengedrückt. Vorn schief abgestutzt. Größe 4—8 μ. Hauptgeißel 1 mal, Nebengeißel $^1/_2$mal körperlang. Eine contractile Vacuole in der stumpfen Ecke des Vorderendes. Kern in der vorderen Körperhälfte. Auf farblosen, dichotom verzweigten Stielen sitzend und bäumchen- oder trugdoldenartige Colonien bildend. Nahrungsaufnahme? Vermehrung durch Längsteilung. Dauerstadium?

2 Arten im Süßwasser, z. B. *D. virgaria* Stein (Fig. 89, *A*).

5. **Cephalothamnium** Stein. (Fig. 89 *B*). Birnförmig, vorn schief abgestutzt, spitze Ecke schnabelartig vorgezogen. 5—10 μ lang. Hauptgeißel 1 mal, Nebengeißel $^1/_2$mal körperlang. Mundstelle in der Ausrandung des Vorderendes. Eine contractile Vacuole am Vorderende. Kern in der vorderen Körperhälfte. Mit den zugespitzten Hinterenden zu kopfförmigen Colonien vereinigt, auf kurzen, wenig verzweigten, starren, hyalinen

Stielen sitzend. Loslösen einzelner Individuen. Nahrungsaufnahme am Vorderende. Längsteilung. Dauerstadium?

1 Art. *C. cyclopum* Stein (Fig. 89, *B*), im Süßwasser auf Cyclops epiphytisch.

6. **Anthophysa** Bory. (*Volvox* p. p. O. F. Müller, *Vorticella* p. p. Schrank, *Epistylis* p. p. Ehbg., *Uvella* Ehbg., *Bodo* Ehbg., *Sterreonema* Kützing, *Cercomonas* p. p. Perty). (Fig. 89 *C*). Birnförmig, vorn breit, schief abgestutzt, öfter mit einem schnabelartigen Plasmafortsatz, seitlich schwach zusammengedrückt, Hinterende meist spitz, sehr veränderlich. Länge 6—10 μ. Hauptgeißel $1\,^1/_2$ mal körperlang, Nebengeißel kaum $^1/_3$ so lang. Bei einer Art (*Steinii* Senn) Augenfleck am Vorderende. Eine contractile Vacuole in der stumpfen Ecke des Vorderendes. Kern in der vorderen Körperhälfte. Individuen

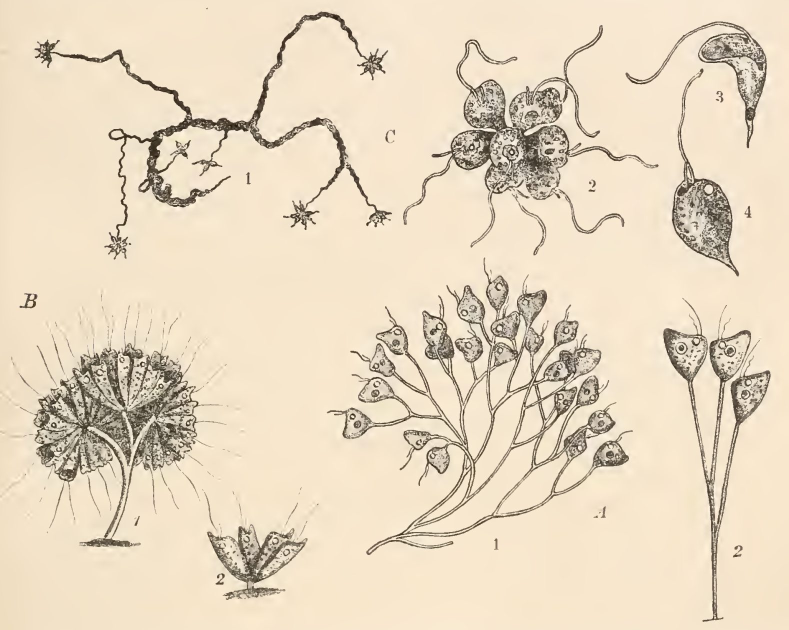


Fig. 89. *A Dendromonas virgaria* Stein (1000/1). — *B Cephalothamnium cyclopum* Stein (650/1). — *C Anthophysa vegetans* Stein. 1 Colonien auf verzweigten Gallertstielen (100/1). 2 losgelöste Colonie (1000/1). 3 u. 4 einzelne Zellen (1000/1). (*A* 2 und *B* nach Stein (1878). *A* 1 und *C* Originale.)

meist zu kopfförmigen Colonien vereinigt. Jedes derselben scheidet bei schwacher Beleuchtung am Hinterende je einen chitinartigen, gelben bis braunen Stiel aus; im Colonieverbande verflechten sich dieselben zu einem gemeinsamen, oft dicken Stamm. Bei starker Beleuchtung lösen sich die Colonien ab und schwimmen frei rotierend. Zuweilen Zweiteilung der Colonien oder Zerfall derselben in einzelne Individuen. Ernährung tierisch und saprophytisch. Längsteilung. Dauerstadium?

2—3 Arten im Süßwasser, z. B. *A. vegetans* Stein (Fig. 89, *C*).

VI. Bodonaceae.

Nackte, meist etwas amöboide Formen, mit zwei Geißeln, die in einer seitlichen Mulde des Vorderendes entspringen, und von denen die eine nach vorn, die andere rückwärts gerichtet ist. Aufnahme fester Nahrung meist am Vorderende durch Aussaugen

oder direktes Verschlucken der Nahrungsbestandteile, selten durch Vacuolenbildung (*Pleuromonas*).

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die engsten Beziehungen haben die *Bodonaceae* zu den *Monadaceae* (speciell durch *Pleuromonas*) und *Rhizomastigaceae*. Wahrscheinlich sind sie direkt von den letzteren abzuleiten. Auf die Möglichkeit einer Verwandtschaft mit den *Bicoecaceae* wurde schon bei dieser Familie hingewiesen. Nach Seligo (1887) soll die *Trimastix* Kent nichts anderes sein, als ein *Bodo* mit einem seitlichen Körpersaum. Auch die *Dallingeria* Kent besitzt vielleicht nur zwei echte Geißeln, während die dritte, seitliche nur ein feiner, bei der Längsteilung entstehender Plasmafaden sein könnte. Jedenfalls zeigen die *Bodonaceae* auch Beziehungen zu den *Trimastigaceae*. Die nahe Verwandtschaft, welche Bütschli zwischen *Bodonaceae* und *Anisonemeae* hervorgehoben, wurde durch die Untersuchungen von Klebs (1892) unwahrscheinlich gemacht.

Einteilung der Familie. Neben die Hauptformen, mit Nahrungsaufnahme am spitzen Vorderende, *Bodo* und *Dinomonas*, die vielleicht zu einer Gattung zu vereinigen sind, reihen sich *Pleuromonas* mit Bildung von Nahrungsvacuolen auf der Dorsalseite, und *Phyllomitus* mit breiter Mundstelle an der Geißelbasis an. Als ganz speciell differenzierte Form muss *Rhynchomonas* erwähnt werden, die nur eine Schleppgeißel besitzt, während an Stelle der vorderen ein schwingender plasmatischer Rüssel vorhanden ist. Hier ist schließlich wohl auch *Oxyrrhis* anzuschließen, die zwar zwei gleich lange Geißeln besitzt, welche aber dadurch, dass sich die eine derselben zuweilen festsetzt, doch verschiedene Ausbildung verraten; somit kann die Gattung nicht mit den *Amphimonadaceae* vereinigt werden. Auf Verwandtschaft von *Oxyrrhis* mit *Cyathomonas* und mit den *Cryptomonadineae* weist die tiefe Mundtasche hin, während die typische Querteilung *Oxyrrhis* als ganz besonderen Typus erscheinen lässt, der aber im System wohl am besten hier seinen Platz findet.

A. Bei der Schwimmbewegung geht das Geißelende voran.
- a. zwei typische Geißeln vorhanden:
  - α. Körper mit einer von vorn bis hinten verlaufenden Bauchfurche, über welche sich die Seitenränder wulstartig hinüberwölben . . . . **5. Colponema.**
  - β. Körper ohne oder nur mit einer vorn ausgebildeten Einsenkung:
    - I. Mundstelle am zugespitzten Vorderende.
      - 1. eine Geißel funktioniert als Schleppgeißel . . . . **1. Bodo.**
      - 2. beide Geißeln nach vorn gestreckt . . . . **2. Dinomonas.**
    - II. Mundstelle nicht direkt am Vorderende gelegen:
      - 1. Aufnahme fester Nahrung mit Hilfe von Vacuolen auf der Dorsalseite **3. Pleuromonas.**
      - 2. Aufnahme fester Nahrung mit Hilfe der an der Geißelbasis befindlichen muldenförmigen Mundstelle . . . . **4. Phyllomitus.**
- b. statt der zweiten Geißel ein kurzer, beweglicher, rüsselförmiger Plasmafortsatz **6. Rhynchomonas.**

B. Bei der Schwimmbewegung geht das Hinterende voran . . . . **7. Oxyrrhis.**

1. **Bodo** (Ehbg.) Stein. (*Heteromita* Duj. p. p., *Amphimonas* Duj. p. p., *Spiromonas* (Perty) Kent. p. p., *Colpodella* Cienk., *Diplomastix* Kent., ?*Anisonema* (*ludibund.* und *intermedium*) Kent., *Isomita* Diesing., *Protomonas* Haeckel, ?*Trimastix* Kent.). Fig. 90 *A* und *B*). Kugelig, oval bis spindelförmig, mit meist zugespitztem Vorderende, fast immer etwas amöboid. Länge 4—19 μ, Breite 1,5—12 μ. Kürzere Geißel nach vorn, längere (bis 3 × körperlang) nach hinten gerichtet. Mundstelle am zugespitzten Vorderende; Periplast hautartig. Plasma meist mit Nahrungsballen, die häufig grün oder gelbbraun sind. 1 contractile Vacuole meist im Vorderende. Kern central. Bewegung sehr mannigfaltig, für jede einzelne Art charakteristisch; gleichmäßig kriechend (*minimus*); freies Schwimmen mit oder ohne Rotation, wobei beide Geißeln thätig sind, ferner Hin- und Herzittern oder schnellende Bewegungen ausführend (*mutabilis*, *caudatus*), wobei sich die Individuen oft mit der hinteren Geißel anheften (*saltans*). Nahrungsaufnahme mit dem spitzen Vorderende; dasselbe bohrt die Nahrungskörper (Bakterien, Grünalgen etc.) an und saugt sie aus; seltener werden dieselben ganz verschluckt. Zuweilen dringen die Individuen auch in Pflanzenzellen ein und verzehren dort deren Inhalt. Längsteilung in

beweglichem Zustand, selten in Teilungscysten. Bildung von einfachen kugeligen Dauercysten. Copulation und nachher Sporulation von Dall. und Drysd. angegeben, aber sehr zweifelhaft.

Etwa 14 Arten im Süßwasser, marin und parasitisch im Darm von Vertebraten und Insekten. Vergl. Kent (1882) und Klebs (1892) z. B. *B. edax* Klebs (Fig. 90, *A*) und *B. saltans* Ehrb. (Fig. 90, *B*).

2. **Dinomonas** Kent. (Fig. 90 *C*). In allen wichtigen Merkmalen, besonders auch in der typischen Nahrungsaufnahme mit *Bodo* übereinstimmend. Der Unterschied zwischen

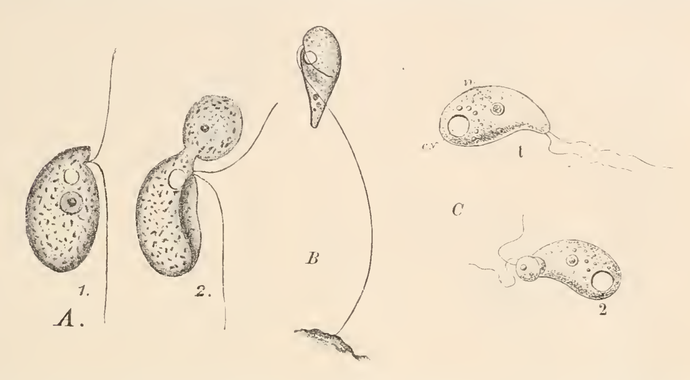


Fig. 90. *A Bodo edax* Klebs. 1 freischwimmend, 2 eine Monade verschluckend. — *B Bodo saltans* Ehbg., festsitzend (1000/1). — *C Dinomonas vorax* Kent. 1 freischwimmend, *n* Kern, *cv* contr. Vacuole, 2 eine Monade verschluckend (1200/1). (*A* nach Klebs (1892); *C* nach Kent (1882); *B* Original.)

den beiden Gattungen besteht darin, dass bei *Dinomonas* die contractile Vacuole hinten liegen soll (bei *Bodo* vorn), und dass bei der Bewegung beide Geißeln nach vorn gestreckt werden. Wenn die beiden Gattungen nicht vereinigt werden müssen, so sind sie doch sehr nahe verwandt.

2 Arten im Süßwasser und marin, z. B. *D. vorax* Kent (Fig. 90, *C*).

3. **Pleuromonas** Perty (*Bodo* Fisch) (Fig. 91). Bohnenförmig bis kugelig, etwas amöboid, Länge 6—10 μ, Breite ca. 5 μ. Geißeln fast gleich, 2—3 × körperlang; die eine am vorderen Körperpol, die andere in der Mitte der Einbuchtung der Bauchseite, seltener noch weiter hinten entspringend. Plasma mit lebhafter Strömung. Nahrungsbestandteile direkt im Plasma liegend, nicht in Vacuolen. Contractile Vacuole vorn. Kern hinten. Meist mit der hinteren Geißel an festen Körpern sitzend. Durch die heftigen, ruckweisen Bewegungen der Vordergeißel wird die Zelle hin- und hergeschleudert. Losgerissene Individuen schwimmen nur kurze Zeit frei umher.

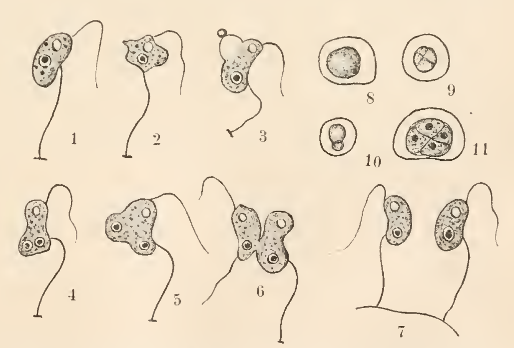


Fig. 91. *Pleuromonas jaculans* Perty. 1 u. 2 Formen der Zelle, 3 Nahrungsaufnahme, 4—7 Teilung, 8—11 Cysten und Teilung derselben (1000/1). (Nach Fisch (1885.)

Aufnahme fester Nahrung mit Hilfe einer an der convexen, der Geißelinsertion gegenüber liegenden (dorsalen) Seite entstehenden Nahrungsvacuole. Längsteilung im festsitzenden Stadium. Cystenbildung durch Contraction des Inhalts; derselbe umgiebt sich mit einer Cellulosemembran. Bei der Keimung Bildung von 4—8 Plasmapartien, die bei dem Platzen der Membran mit Geißeln versehen austreten.

1 Art. *Pl. jaculans* Perty (Fig. 91), im Süßwasser.

4. **Phyllomitus** Stein (Fig. 92 *A*). Eiförmig bis länglich. Am Vorderende mit großem, nach oben und seitlich offenem Ausschnitt, der Mundstelle; sehr metabolisch. Länge 19—25 μ, Breite 7—13 μ. Im Grunde des Mundausschnittes 2 ungleiche Geißeln entspringend, die bei *Ph. undulans* nach Stein am Grunde blattartig verwachsen sein sollen. Die nach vorn gerichtete Geißel etwa körperlang, Schleppgeißel fast 2 × körperlang. Stein giebt eine Afterstelle am Hinterende an. Plasma meist mit Nahrungsballen, 1 contractile Vacuole vorn. Kern in der vorderen Körperhälfte. Bewegung rasch schwimmend, unter beständigem Zittern. Nahrungsaufnahme durch direktes Verschlucken mit Hilfe der erweiterungsfähigen Mundstelle. Vermehrung? Dauerstadium?

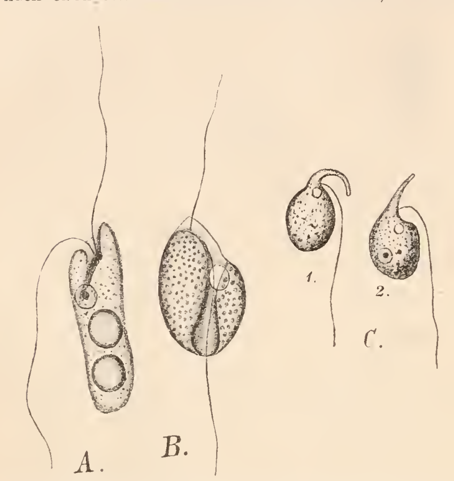


Fig. 92. *A Phyllomitus amylophagus* Klebs (1500/1) mit zwei verschluckten Stärkekörnern. — *B Colponema loxodes* Stein (1000/1). — *C Rhynchomonas nasuta* (Stokes) Klebs (2000/1). (*A—C* nach Klebs (1892).)

2 Arten im Süßwasser, z. B. *P. amylophagus* Klebs (Fig. 92, *A*).

5. **Colponema** Stein (Fig. 92 *B*). Breit eiförmig, etwas abgeplattet, vorn schief abgestutzt, auf der Bauchseite eine an der Abstutzung breite, nach hinten sich verschmälernde Furche, deren Ränder wulstartig hervortreten. Formbeständig. Länge 18—30 μ, Breite 14 μ. Beide Geißeln, (wahrscheinlich auch die Schleppgeißel), entspringen am Vorderende, die nach vorn gerichtete körperlang, die in der Bauchfurche verlaufende Schleppgeißel fast 2 × körperlang. Mundstelle? Feste Nahrungsbestandteile noch nicht beobachtet. 1 große contractile Vacuole in der vorderen Körperhälfte. Kern? Bewegung: Hin- und Herschwimmen ohne regelmäßige Rotation. Aufnahme fester Nahrung? Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *C. loxodes* Stein (Fig. 92 *B*), im Süßwasser.

6. **Rhynchomonas** Klebs. (*Heteromita* p. p. Stokes). (Fig. 92 *C*). Eiförmig, etwas zusammengedrückt, seitlich am Vorderende eine Grube, daneben ein plasmatischer, beweglicher, rüsselartiger Fortsatz. Schwach formveränderlich. Länge 5—6 μ. Breite 2—3 μ. Im unteren Teil der Grube des Vorderendes eine etwa 2 × körperlange Geißel, die bei der Bewegung nachgeschleppt wird. Mundstelle wahrscheinlich in der Grube des Vorderendes. Contractile Vacuole am Vorderende. Kern fast central. Langsam kriechend und sich dabei hin und her wendend. Der bewegliche Rüssel schleudert Nahrungskörperchen gegen die Grube des Vorderendes, wo sie wohl direkt aufgenommen werden. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *Rh. nasuta* (Stokes) Klebs (Fig. 92, *C*) im Süßwasser.

7. **Oxyrrhis** Duj. (*Glyphidium* Fresenius). Oval, durch starke Einbuchtung und tiefe Mundtasche am Vorderende helmförmig, starr. 25—32 μ lang. Vorderende auf einer Seite der Einbuchtung wie ein Schnabel vorspringend. An seiner Basis im Inneren der

Mundtasche eine Furche, worin 2 etwa körperlange Geißeln entspringen, die bei der Ruhe oft in die Mundtasche zurückgerollt werden. Mundstelle im Grunde der Tasche. Periplast glatt, hautförmig, mehr oder weniger fest, zuweilen mit Fremdkörperchen beklebt, soll nach Künstler zuweilen von Fäden (wohl gallertiger Natur) umhüllt sein. (Comptes rendus Ac. Sc. Vol. CVII, pag. 138, 1888). Plasma mit Fetttropfen und Nahrungsvacuolen. Im schnabelartigen Fortsatz 1 bis mehrere Vacuolen, die aber wohl nicht contractil sind. Kern kugelig, hinter der Mundtasche gelegen. Schwimmbewegung mit dem Hinterende voran, häufig mit der einen Geißel sich an einem Gegenstand festheftend. Ernährung tierisch, wohl auch saprophytisch. Ausstoßung von Nahrungsresten im Fortsatz des Vorderendes. Vermehrung durch Querteilung. Dauerstadium?

1 Art. *O. marina* Duj. (Fig. 93), marin.

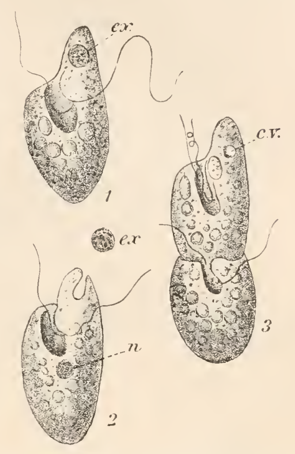


Fig. 93. *Oxyrrhis marina* Duj. 1 u. 2 Ausstoßung von Nahrungsresten (*ex*). 3. Querteilung, *n* Kern, *cv* contractile Vacuole (1000/1). (Nach Blochmann (1884).)

VII. Amphimonadaceae.

Mit 2 gleich langen, gleich funktionierenden Geißeln versehen, meist eiförmig, einzeln, nackt oder in Gehäusen oder auch durch Gallertausscheidung zu Colonien vereinigt lebend. Aufnahme fester Nahrung durch Vacuolen am Vorderende, einige Formen aber ausschließlich Saprophyten. Als Stoffwechselprodukt ist nur fettes Öl bekannt.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Amphimonadaceae* sind wohl wie die *Bodonaceae* und *Monadaceae*, von zweigeißeligen *Rhizomastigaceae* abzuleiten. Sie zeigen die nächsten Verwandtschaftsbeziehungen zu diesen beiden Familien und haben auch im allgemeinen dieselbe Organisation wie diese und auch wie die *Oicomonadaceae*. Auch in der Art der Nahrungsaufnahme durch Vacuolen stimmen sie mit den genannten Familien überein. Von *Amphimonadaceae* stammen wohl auch die zweigeißeligen *Chrysomonadineae*, die *Hymenomonadaceae* ab; auf nahe Beziehungen mit dieser Familie deutet auch das Auftreten eines Augenfleckes bei *Diplomita* hin. Ebenso sind wohl die *Cryptomonadaceae* hier an die *Protomastigineae* anzuschließen. Mit der hochspecialisierten zweigeißeligen *Eutreptia* haben wahrscheinlich die *Amphimonadaceae* keine direkten Beziehungen. — Der wohl auch hierher gehörige, stark specialisierte Typus *Cyathomonas* zeigt sowohl mit *Oxyrrhis* wie mit den *Cryptomonadineae* Verwandtschaft; besonders durch seinen von Körnern gebildeten Mundring (Fisch) nähert er sich letzterer Familie; er ernährt sich jedoch tierisch, und es fehlt ihm die in jener Familie als Stoffwechselprodukt auftretende Stärke.

Einteilung der Familie. Neben den einfachsten Formen *Amphimonas*, inbegriffen *Deltomonas*, und der in ihrer Form etwas abweichenden *Streptomonas*, treten uns, wie in der Reihe der eingeißeligen und der mit 2 ungleichen Geißeln versehenen *Protomastigineae*, Formen mit Gehäusebildung: *Diplomita*, und solche mit Colonie- und Gallertbildung entgegen: *Spongomonadeae*. Letztere wurden bisher als besondere Familie der *Protomastigineae* behandelt; ihr Zellbau stimmt jedoch mit demjenigen der *Amphimonadaceae* überein; die Eigenschaft der Gallertausscheidung ist wohl secundär erworben und kann höchstens zur Bildung einer Unterfamilie veranlassen. Eine nähere Verwandtschaft mit *Phalansterium* besteht nicht. Etwas isoliert steht die deutlich bilaterale *Cyathomonas* mit ziemlich resistentem Periplasten da. Auf ihre anderweitigen Beziehungen wurde schon hingewiesen.

A. nackt; in Gehäusen oder frei lebend, nie im Ende von dicken Gallertstielen.
  a. in Gehäusen lebend . . . . **3. Diplomita.**
  b. nicht in Gehäusen lebend.
    α. Zelle seitlich zusammengedrückt, vorn schief abgestutzt, mit deutlicher, starrer, ziemlich derber Plasmahaut . . . . **8. Cyathomonas.**
    β. seitlich nicht zusammengedrückt, mit zartem Periplast.
      I. kugelig oder birnförmig, häufig auf einem am Hinterende gebildeten Plasmafaden festsitzend . . . . **1. Amphimonas.**
      II. herzförmig; jederseits mit einem von vorn nach hinten sich senkenden und sich verbreiternden Kiel . . . . **2. Streptomonas.**
B. von Gallerte ganz oder teilweise eingehüllt . . . event. Unterfamilie **Spongomonadeae.**
  a. Zellen in kurz gestielten ovalen Gallerthüllen, die mehr oder weniger compacte, kugel-, stab- oder sackförmige Colonien bilden . . . . **4. Spongomonas.**
  b. Zellen in den Enden langer schlauchförmiger Gallertröhren lebend:
    α. Äste der Colonien sparrig abstehend . . . . **5. Cladomonas.**
    β. Äste der Colonien unter einander fast parallel laufend, Colonien flach fächerförmig **6. Rhipidodendron.**

1. **Amphimonas** Dujardin (*Deltomonas* Kent.) (Fig. 94 *A*). Eiförmig, kugelig, birnförmig bis unregelmäßig 3eckig; sehr formveränderlich; mit dem zugespitzten Hinterende oder mit einem feinen, aus demselben entspringenden Faden festsitzend. Größe 8,5—12 μ.

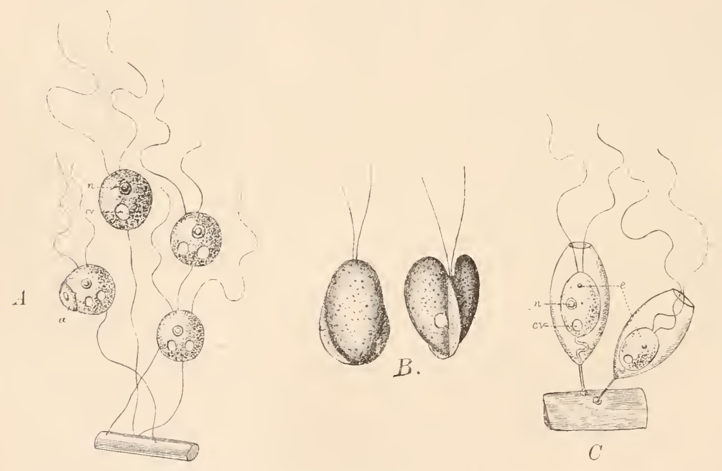


Fig. 94. *A Amphimonas globosa* Kent, festsitzend; *a* Nahrungsvacuole (800/1). — *B Streptomonas cordata* (Perty) Klebs (1000/1). — *C Diplomita socialis* Kent, festsitzend. *e* Augenfleck (1500/1). (*A* u. *C* nach Kent (1882); *B* nach Klebs (1892).)

Die beiden Geißeln entspringen oft etwas voneinander entfernt, 2—3 × körperlang. Mundstelle wohl an der Geißelbasis. Periplast zart. 1—2 contractile Vacuolen in der Körpermitte. Kern fast central. Meist festsitzend, zuweilen frei schwimmend. Ernährung tierisch (wohl durch an der Geißelbasis entstehende Nahrungsvacuolen, nicht an beliebiger Stelle der Oberfläche. Kent!). Längsteilung. Querteilung, Conjugation und Sporulation zweifelhaft. Dauerstadium unbekannt.

Etwa 3 Arten im Süßwasser und marin, z. B. *A. globosa* Kent (Fig. 94, *A*).

2. **Streptomonas** Klebs. (*Monas cordata* Perty.) (Fig. 94 *B*). Herzförmig, bilateral, ederseits mit einem hohen, breiten, vorn etwas übergewölbten Kiel, der sich hinten in

zwei seitliche Flügel verbreitert, welche von den Kielen durch eine Furche deutlich abgesetzt sind, Körper zur Medianebene etwas unsymmetrisch; formbeständig. Länge 15 μ, Breite 13 μ. Die Geißeln entspringen in der Ausrandung, etwa körperlang. Mundstelle? Periplast? Plasma mit Nahrungsballen. Große contractile Vacuole im Hinter-

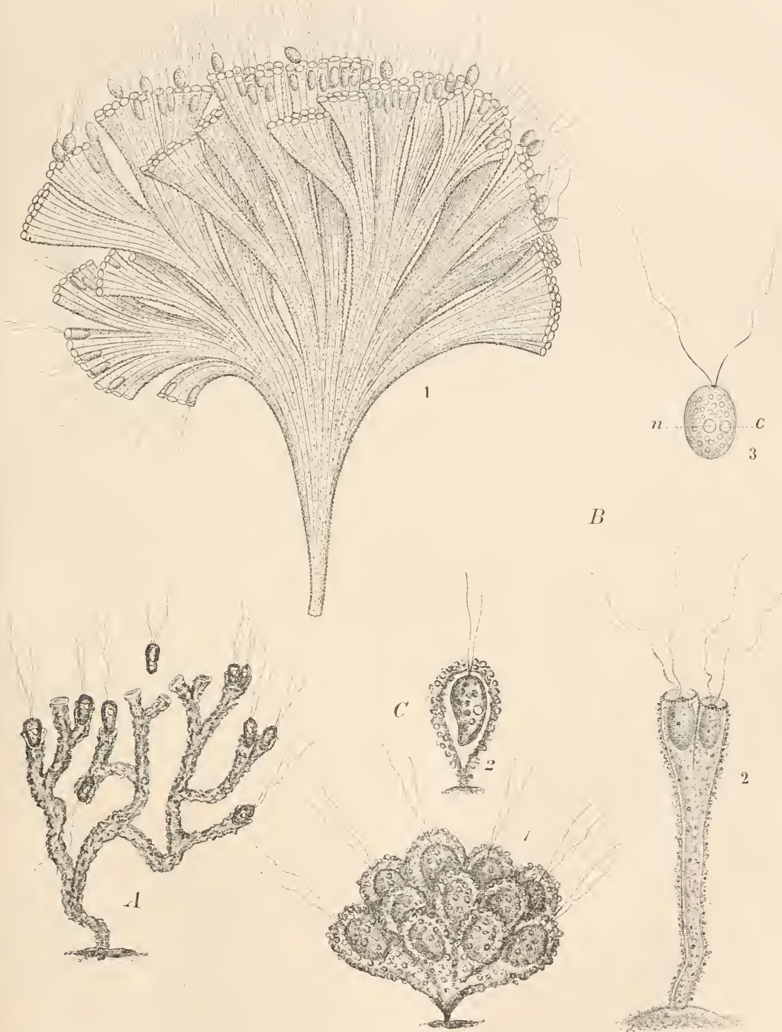


Fig. 95. *A Cladomonas fruticulosa* Stein (650/1). — *B Rhipidodendron splendidum* Stein. 1 alte Colonie (325/1.) 2 junge Colonie (650/1). 3 frei schwimmende Zelle, *n* Kern, *c* contr. Vacuole (1150/1). — *C Spongomonas uvella* Stein. 1 Colonie, 2 einzelne Zelle (650/1). (*A—C* nach Stein (1878).)

ende. Kern an der Geißelbasis. Bewegung frei rotierend. Aufnahme fester Nahrung wahrscheinlich. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *Str. cordata* (Perty) Klebs (Fig. 94,*B*), im Süßwasser.

3. **Diplomita** Kent. (*Bicosoeca* Kent.) (Fig. 94 *C*). Eiförmig mit einem dünnen, contractilen, am Hinterende entspringenden Faden in einem ebenfalls eiförmigen Gehäuse sitzend. Länge des Gehäuses 15 μ. Am abgerundeten Vorderende entspringen die beiden, 2—3 × körperlangen Geißeln. Periplast zart. Gehäuse braun, hinten etwas zugespitzt, mit kurzem Stiel sich festheftend; es ist doppelt so lang und doppelt so breit als die Flagellate, vorn mit ziemlich enger Öffnung. Roter Augenfleck in der Nähe der Geißelbasis. Contractile Vacuole hinten. Kern fast central. Festsitzend. Aufnahme fester Nahrung? Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *D. socialis* Kent (Fig. 94, *C*), im Süßwasser.

4. **Spongomonas** Stein. (*Monas consociata* Fresen.; *Phalansterium intestinum* Cienk). (Fig. 95 *C*.) Oval bis kugelig. Wohl metabolisch. Größe 8—12 μ. 2 gleiche 2 × körperlange Geißeln am Vorderende. Periplast zart. Körper mit Ausnahme der Geißeln in eine dicke, körnige Gallerthülle eingebettet, die, mit derjenigen benachbarter Individuen vereinigt, bis zu 3 cm große, kugelige, trauben- oder sackförmige Stöcke bildet, die an verschiedenen Gegenständen festsitzen. Zuweilen durch Eiseneinlagerung braun gefärbt. 1 contractile Vacuole seitlich etwa in der Zellmitte. Kern central. Die Flagellaten verlassen unter Umständen die Gallerthüllen (z. B. bei Druck auf dieselben) und schwimmen frei umher. Ernährung wohl nur saprophytisch. Vermehrung durch Längsteilung, nach Kent auch Querteilung(?) Dauerstadium?

Etwa 2 Arten im Süßwasser, z. B. *S. uvella* Stein (Fig. 95, *C*).

5. **Cladomonas** Stein. (Fig. 95 *A*.) Individuen eiförmig bis länglich; im Ende von dichotom verzweigten, hohlen Gallertröhren lebend, die sich frei, nicht zusammenwachsend, erheben. Länge der Individuen 8,5 μ; Höhe der Colonien bis 85 μ. — Vorn 2 gleiche ca. 2 × körperlange Geißeln. Gallertröhren mit sparrigen Ästen, unterhalb der Verzweigung bisweilen braune Bänder. Auf der Außenseite körnig, am Vorderende mit becherförmigem Rande. 1 contractile Vacuole in der Körpermitte. Kern? Individuen zur Hälfte in die Enden der Röhren eingesenkt; zuweilen ausschwärmend. Ernährung? Vermehrung wohl durch Längsteilung. Dauerstadium?

1 Art. *Cl. fruticulosa* Stein (Fig. 95, *A*), im Süßwasser.

6. **Rhipidodendron** Stein. (*Aporea* Bailey). (Fig. 95 *B*.) Individuen eiförmig bis länglich; im Ende von dichotom verzweigten, in einer Ebene ausgebreiteten, hohlen Gallertröhren lebend, die eine Zeitlang mit einander verwachsen bleiben und dadurch fächerförmige Colonien bilden. Individuen 6,5—12,5 μ lang; Stöcke bis 0,3 mm hoch. Vorn zwei gleiche, 2—3 × körperlange Geißeln. Contractile Vacuole und Kern in der Körpermitte. Individuen meist ganz in den Röhren verborgen, zuweilen ausschwärmend. Ernährung? Vermehrung wohl durch Längsteilung. Dauerstadium?

2 Arten im Süßwasser, z. B. *Rh. splendidum* Stein (Fig. 95, *B*).

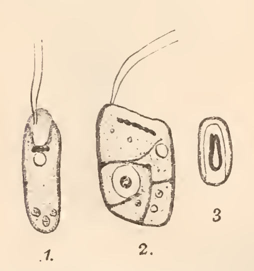


Fig. 96. *Cyathomonas truncata* (From.) Fresen. 1 von der Ventralseite, 2 von der Breitseite, 3 von oben gesehen (1000/1). (Nach Fisch (1885).)

7. **Cyathomonas** Fromentel. (*Monas truncata* Fresen., *Goniomonas* Stein). (Fig. 96.) Oval, vorn schief abgestutzt, seitlich stark zusammengedrückt, starr. Länge 16—23 μ. An der vorderen Körperspitze zwei $^2/_3$ körperlange, gegen das abgestutzte Vorderende hin schlagende Geißeln. Letzteres ausgehöhlt, im Grunde die Mundöffnung enthaltend, welche jederseits von einer Reihe stark lichtbrechender Körner umschlossen ist; dieser Mundring erscheint in der Seitenansicht als dunkler Strich. Periplast ziemlich fest, glatt. Unterhalb des Mundringes eine Art Schlundhöhlung. Inneres (nach Fisch) von Balken stark färbbarer

Substanz durchzogen (wohl Stränge des gerüstartig ausgebildeten Plasmas). 1 contractile Vacuole in der stumpfen Ecke des Vorderendes. Kern bläschenförmig, etwas hinter der Körpermitte, dem die Geißel tragenden Rande (Rückenseite) genähert. Freie Schwimmbewegung, wobei die Breitseite horizontal liegt, gewöhnlich Kreise beschreibend. Aufnahme fester Nahrung (Bakterien etc.) am Vorderende. Längsteilung. Dauerstadium?

1 Art. *C. truncata* Fres. (Fig. 96), im Süßwasser.

VIII. Trimastigaceae.

Die 3 Geißeln entspringen in der Nähe des Vorderendes. Körper länglich walzenförmig oder am Hinterende birnförmig erweitert.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Fast alle hierher gehörigen Formen sind noch wenig bekannt; die meisten wurden schon angezweifelt oder zu anderen Familien gerechnet. Bei *Dallingeria* ist die Natur und die Insertionsstelle der Schleppgeißeln etwas fraglich, *Trimastix* soll nach Seligo ein *Bodo* mit hyalinem Saume sein, *Costia* ist vielleicht mit dem Nitsche-Weltner'schen *Tetramitus* (*Costiopsis* Senn.) identisch, und *Collodictyon triciliatum* Carter besitzt nach Francé 4 Geißeln. So gehört allein *Elvirea* unbedingt in diese Familie. *Dallingeria, Elvirea* und *Trimastix* haben viele Merkmale gemeinsam, während *Costia* für ihre ectoparasitische Lebensweise sehr stark specialisiert ist. Wenn sie mit der 4geißeligen *Costiopsis* wirklich nicht identisch ist, so muss man diese beiden Gattungen als Parallelformen ansehen, die, aus verschiedenen Familien stammend, durch gleiche Lebensweise ganz ähnliche Gestalt erworben haben. — Die *Trimastigaceae* müssen aus einer besonderen Wurzel abgeleitet werden, die wohl bei den *Pantostomatineae* zu suchen ist. Durch Vermittelung der *Monadaceae* mit zwei Nebengeißeln (*Monas vivipara*) stehen die *Trimastigaceae* mit letzterer Familie in Beziehung.

A. Spindelförmig oder cylindrisch, nicht flachgedrückt und ohne Plasmasaum.
  a. Am Vorderrande mit halsartiger Einschnürung, hinter derselben entspringen die beiden Schleppgeißeln . . . . **1. Dallingeria**
  b. Länglich elliptisch, höchstens in der Mitte etwas eingeschnürt . . . . . . **2. Elvirea.**
B. flachgedrückt oder drehrund und dann mit einem einseitigen Plasmasaum.
  a. Geißeln fast gleich lang, bei der Bewegung zwei nachgeschleppt . . . **3. Trimastix.**
  b. Eine Geißel 2 × so lang als die beiden anderen, bei der Bewegung alle 3 nach vorn gerichtet . . . . **4. Costia.**

1. **Dallingeria** Kent. (Fig. 97*A*.) Länglich, eiförmig, hinten am breitesten, in der Mitte etwas eingeschnürt, vorn halsartig verlängert, starr. Länge 6,5 μ. Vorn eine $1\frac{1}{2}$—2 × körperlange, vorwärts gerichtete Geißel und 2 seitliche 2 × körperlange Geißeln, die beidseitig am Grund des halsartigen Fortsatzes entspringen und nach hinten gerichtet sind. Mundstelle nicht beobachtet. Contractile Vacuole? Kern etwas hinter der Körpermitte gelegen. Bewegung frei schwimmend, wobei die vordere Geißel gerade nach vorn gestreckt, die seitlichen nachgeschleppt werden. Sehr rasche Änderung der Richtung und rasches Anhalten. Bisweilen setzt sich der Organismus mit den Enden der beiden Schleppgeißeln fest. Durch spiralige Aufrollung und ruckweises Entrollen derselben schnellt der Körper vorwärts, ohne sich loszureißen. Ernährung? Vermehrung durch Längsteilung. Nach Dallinger soll ferner vorkommen: Copulation 1geißeliger mit 3geißeligen Formen (?). Encystierung (?). Platzen der Cyste, eine Menge 3geißeliger Formen entleerend (?).

1 Art. *D. Drysdali* Kent (Fig. 97*A*). In Infusionen mit faulenden Tierbestandteilen.

2. **Elvirea** Parona. (Fig. 97*B*.) Eiförmig bis länglich, seitlich etwas eingedrückt. Länge ca. 20 μ. Vorn drei $1\frac{1}{2}$—2 × körperlange Geißeln, wovon die mittlere etwas kürzer als die äußeren. Mundstelle vielleicht in der Einsenkung des Vorderendes. Plasma mit Vacuolen. Contractile Vacuole fehlt wohl. Kern im Vorderende. Bewegung sehr

rasch schwimmend, wobei wechselweise nur 1 Geißel vorgestreckt wird und sich bewegt. Die eine der beiden anderen wird nachgeschleppt, die dritte spiralig aufgerollt. Ernährung wohl saprophytisch. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *E. Cionae* Parona (Fig. 97 *B*), im Darm von Ciona intestinalis L.

3. **Trimastix** Kent. (Fig. 97 *C*.) Oval bis birnförmig, hinten breit, abgerundet, vorn zugespitzt, mit einem seitlichen, hyalinen Plasmasaum; von einem Ende gesehen ist der Körper schneckenförmig eingerollt; nicht formveränderlich; Länge 18 μ. Drei ca.



Fig. 97. *A Dallingeria Drysdali* Kent. 1 freischwimmend (2000/1). 2 Längsteilung (2000/1). 3 schnellende Bewegung eines Individuums durch Ausstrecken und Einrollen der festsitzenden Schleppgeißeln (2000/1). — *B Elvirea Cionae* Parona. 1 freischwimmend (ca. 1000/1). 2 Vorderende mit Kern und Anordnung der Geißeln (1500/1). — *C Trimastix marina* Kent. 1 Seitenansicht, 2 mehr seitlich gesehen (1250/1). — *D Costia necatrix* (Henneguy) Leclercq. 1—3 freischwimmende Individuen. 1 von vorn, 2 von der Seite, 3 Teilungsstadium, 4 Zelle in Ruhe, von der Seite gesehen, an einer Epithelzelle schmarotzend (1300/1). (*A* nach Dallinger (1878); *B* nach Parona (1886); *C* nach Kent (1882); *D* nach Henneguy (1884).)

2 × körperlange Geißeln am Vorderende; die eine wird nach vorn gestreckt, die beiden anderen nachgeschleppt; die eine der letzteren ganz frei, die andere liegt bis zu ihrer Mitte in der Furche zwischen Körper und Saum. Keine Mundöffnung vorhanden. Periplast zart. 1 contractile Vacuole vorn(?) Kern hinten. Frei schwimmend. Nahrungsaufnahme? Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *T. marina* Kent (Fig. 97 *C*), marin.

Seligo (1887) identificiert seinen *Bodo limbatus* mit dieser Gattung. Derselbe trägt 2 Geißeln; nach S. ist der Saum einziehbar.

4. **Costia** Leclercq. (Fig. 97 *D*). Im freischwimmenden Zustand oval. Hinterende dick, breit abgerundet; vordere Körperhälfte abgeplattet. Vorderende concav-convex. Im festsitzenden Zustand wird das Vorderende zusammengefaltet; zwischen seinen beiden Rändern befindet sich dann eine Furche. Die schnabelförmig umgebogene Spitze des Vorderendes setzt sich in der Epidermis junger Fische fest. Länge 20 μ, Breite 10 μ. Am rechten Rand des Vorderendes entspringen 3 ungleich lange Geißeln. Die mittlere bis 3 ×, die beiden anderen 1—$^1/_2$ × körperlang; im frei schwimmenden Stadium nach vorn gestreckt, im festsitzenden rückwärts geschlagen, wobei die beiden kürzeren von den Rändern des eingefalteten Vorderendes bedeckt werden, während die lange Geißel in der Bauchfurche ruht und rückwärts gestreckt wird. Mundstelle am Vorderende. 1 contractile Vacuole im Hinterende. Kern central. Mit dem Vorderende festsitzend oder mit nach vorn gestreckten Geißeln stoßweise, meist rotierend schwimmend. Ernährung durch Aussaugen der Epidermiszellen junger Forellen. Vermehrung durch Querteilung. Dauerstadium?

1 Art. *C. necatrix* (Henneguy) Leclercq (Fig. 97 *D*), ectoparasitisch auf jungen Forellen; erzeugt unter denselben verheerende Epidemien.

IX. Tetramitaceae.

4 Geißeln. Körper meist birnförmig, vorn breit, hinten lang zugespitzt, zeigt aber oft seiner Lebensweise speciell angepasste, merkwürdige Organisationsverhältnisse.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Tetramitaceae* bilden eine natürliche Gruppe mit übereinstimmender Organisation. Durch ihren drehrunden asymmetrischen Bau und die vorn entspringenden Geißeln erweisen sie sich als typische *Protomastigineae*, jedoch haben sie zu keiner Familie dieser Unterabteilung besonders nahe Beziehungen. Mit den *Trimastigaceae* sind sie möglicherweise durch *Costiopsis* resp. *Costia* verbunden. Von den *Distomatineae* zeigt *Megastoma* in seiner Körperform einige Ähnlichkeit mit *Tetramitus descissus*, ist jedoch wegen der paarigen Anordnung der Geißeln zu den *Distomatineae* zu stellen. Die Wurzel der *Tetramitaceae* muss wohl auch bei den *Pantostomatineae* gesucht werden.

A. Flachgedrückt oder drehrund, aber dann mit undulierender Membran.
  a. Einseitig flachgedrückt, Geißeln entspringen in der Körpermitte . . . . **1. Costiopsis.**
  b. Drehrund, mit undulierender Membran. Geißeln entspringen am Vorderende **5. Trichomonas.**
B. Körper drehrund, zuweilen mit längerer oder kürzerer medianer Furche.
  a. Periplast homogen.
    α. Zelle drehrund, ohne Furche . . . . **4. Trichomastix.**
    β. Zelle mit einer vom Vorderende ausgehenden Mulde oder Furche.
      I. Furche lang, von vorn bis hinten verlaufend . . . . **3. Collodictyon.**
      II. nur eine kurze, höchstens bis zur Körpermitte verlaufende Mulde oder Furche **2. Tetramitus.**
  b. Im Periplast zahlreiche, nach vorn gerichtete, stäbchenförmige Gebilde; außer den Geißeln häufig noch Borsten vorhanden . . . . **6. Polymastix.**

1. **Costiopsis** Senn. (Fig. 98). Im freischwimmenden Stadium oval, muschelförmig ausgehöhlt, indem sich ein stark zusammengedrückter concaver Teil des Vorderendes an einer Seite des Körpers bis nach hinten erstreckt. Im festsitzenden Stadium birnförmig; zugespitztes Vorderende wie ein Finger krümmbar und sich auf Fischen festsetzend. Länge 12—14 μ. Breite 5—8,5 μ. Die 4 Geißeln, wovon zwei 1$^1/_2$—2 ×, die beiden anderen $^1/_2$ × körperlang sind, entspringen in der Mitte des Körpers im Grunde der Aushöhlung, nahe beim Kern. Die beiden kürzeren Geißeln werden erst an getöteten Individuen sichtbar. Mundstelle an dem sich festsetzenden Vorderende. Contractile Vacuole wurde nicht beobachtet; Kern central. Bewegung frei schwimmend; der

Organismus sitzt gewöhnlich mit dem Vorderende auf Fischen fest. Ernährung wohl ausschließlich parasitisch. Vermehrung? Dauerstadium?

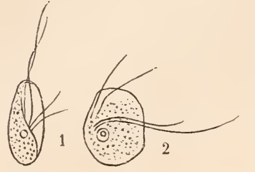


Fig. 98. *Costiopsis Nitschei* (Nitsche u. Weltner) Senn. 1 von der Seite, 2 von der Fläche gesehen (1000/1). (Nach Nitsche und Weltner (1884).)

1 Art. *C. Nitschei* (Nitsche u. Weltner) Senn (Fig. 98), parasitisch, auf ausgewachsenen Goldfischen.

Die Gattung hat sehr viele Ähnlichkeit mit der dreigeißeligen *Costia* Lecl., doch fehlt *Costiopsis* im festsitzenden Stadium die ventrale Furche und vielleicht auch die contractile Vacuole. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob die beiden Gattungen vereinigt werden müssen, oder ob wir es bei ihnen mit einer Parallelbildung zu thun haben. Wegen der merkwürdigen Organisation kann dieser Parasit nicht zu *Tetramitus* gezählt werden, wie Weltner vorschlug. Er mag wegen seiner Ähnlichkeit mit *Costia* *Costiopsis* heißen.

2. **Tetramitus** Perty. (*Pyramimonas* Schmarda, *Monocercomonas* Grassi?, *Cercomonas* (*hominis*) Davaine, (?) *Trichomonas* (*intestinalis*) Leuckart Parasiten des Menschen. *Schedoacercomonas* Grassi, *Bodo* Kent, *Protomyxomyces* Cunningham). (Fig. 99 *A*.) Schmal- bis breit-eiförmig, vorn abgestutzt oder abgerundet, Hinterende meist zugespitzt, etwas formveränderlich. Länge 5—46 μ. Breite 4—15 μ. Vier $^1/_2$—2 × körperlange, unter sich ungleiche Geißeln, die entweder vorgestreckt oder zum Teil zurück-

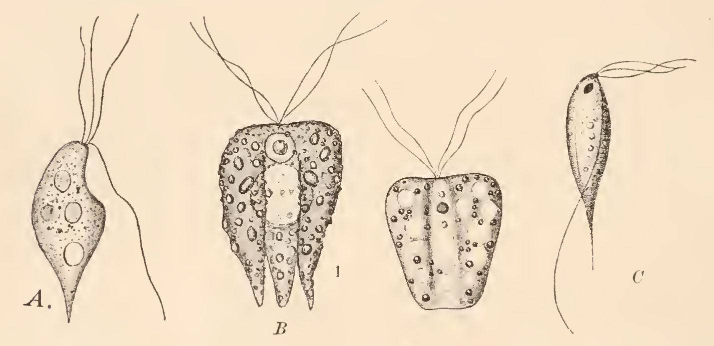


Fig. 99. *A Tetramitus descissus* Perty (1400/1). — *B Collodictyon triciliatum* Carter. 1 dreizipfliges Individuum (500/1). 2 abgerundetes Individuum (500/1). — *C Trichomastix lacertae* Blochmann (2000/1). (*A* nach Klebs (1892); *B* nach Francé (1899); *C* nach Blochmann (1884).)

geschlagen werden. In der Nähe der Geißelbasis eine stärker oder schwächer ausgebildete Mulde oder Furche, die als Mundstelle dient. Periplast glatt, hautartig. Im Plasma oft zahlreiche Nahrungsvacuolen. 1 contractile Vacuole, zuweilen vorn, meist aber hinten. Kern immer vorn. Frei rotierende Schwimmbewegung. Zuweilen setzt sich die Zelle mit dem Hinterende fest. Ernährung tierisch und saprophytisch. Ausstoßen von Nahrungsresten. Vermehrung durch Längsteilung. Dauerstadium?

6 Arten im Süßwasser und marin, parasitisch im Darm der Menschen, Schlangen und Insekten; z. B. *T. descissus* Perty (Fig. 99 *A*), *T. hominis* Grassi. Vergl. Klebs 1892.

3. **Collodictyon** Carter. (Fig. 99 *B*.) Ei- bis birnförmig, vorn meist breit und etwas eingebuchtet, mit mehreren Längsfurchen, von welchen eine immer tief ist. Hinterende in einen oder mehrere Zipfel auslaufend. Stark metabolisch, ja zuweilen amöboid. Länge 27—60 μ. 4 etwa körperlange »Peitschengeißeln«. Feste Nahrung soll an jeder Stelle des Körpers aufgenommen werden. Periplast zart, erlaubt dem Zellkörper neben der Metabolie auch Pseudopodienbildung (am Hinterende). Im Plasma größere, nicht contractile Vacuolen und Nahrungsvacuolen. 1 contractile Vacuole im Vorderende. Ebenda

der Kern. Rasche rotierende Schwimmbewegung. Ernährung wohl hauptsächlich tierisch (*Euglenen*, kleinere Algen). Francé giebt Längsteilung an, zeichnet aber Querteilung. Dauerstadium?

1 Art. *C. triciliatum* Carter (Fig. 99 *B*), im Süßwasser.

Wahrscheinlich sind die von Stein (1878) als *Tetramitus sulcatus*, von Francé (1899) und Carter (1865) als *Collodictyon* beschriebenen Formen identisch, während der *Tetramitus sulcatus* Klebs (1892) typischen *Tetramitus*charakter trägt. Wegen der starken Metabolie und des angeblichen Fehlens einer bestimmten Mundöffnung muss die Gattung *Collodictyon* erhalten bleiben.

4. **Trichomastix** Blochmann (*Heteromita* [*caviae*] Grassi). (Fig. 99 *C*.) Birnförmig, vorn abgerundet, über den ganzen Körper ein Kiel laufend, der hinten in den Schwanzstachel übergeht. 15 μ lang. Eine $1^1/_2$ × körperlange, zurückgeschlagene Geißel. 3 kürzere, $^1/_2$ × körperlange Geißeln nach vorn gerichtet. Periplast zart, glatt. Plasma oft mit *Mikrokokken*-ähnlichen Einschlüssen. Keine contractile Vacuole. Kern vorn. Druck auf den Körper verursacht Undulation desselben. Ernährung wohl nur saprophytisch. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *Tr. lacertae* Blochmann (Fig. 99 *C*), parasitisch in der Kloake von Lacerta agilis.

5. **Trichomonas** Donné (*Cimaenomonas* Grassi, *Exechlya acuminata* Stokes). (Fig. 100). Oval, länglich bis birnförmig, vorn abgerundet, hinten mit verjüngter oder abgesetzter Spitze; deutlich metabolisch, Hinterende sogar amöboid. Länge 12—40 μ, Breite 10—18 μ. Am Vorderende (3?) 4 etwa $^1/_2$—$^2/_3$ körperlange Geißeln und eine von vorn nach hinten, je nach der Species mehr oder weniger weit sich erstreckende undulierende Membran. Mundstelle an der Geißelbasis. Periplast glatt, ziemlich resistent. Von einzelnen Autoren wird bei *Tr. vaginalis* eine Längslinie angegeben, die als Längsrippe des Periplasten, welche die undulierende Membran trägt, oder als eine Art centralen Achsenfadens gedeutet wird, und mit dem Kern in näherer Beziehung steht. Im Plasma kleine Körnchen, zuweilen in 2—3 Reihen angeordnet. Keine contractile Vacuole. Kern länglich abgeplattet, zuweilen am Vorderende einen halsartigen Fortsatz bis zur Geißelbasis vortreibend; einfach körnig oder bläschenförmig. Bewegung rotierend, bei einigen Arten (*intestinalis*) sehr lebhaft, bei anderen träger (*vaginalis*), sich zuweilen mit dem Hinterende festsetzend. Ernährung hauptsächlich saprophytisch, doch wohl auch tierisch (*Bakterien*). Vermehrung wohl durch Längsteilung oder Abschnürung wie bei *Herpetomonas*. Dauerstadium?

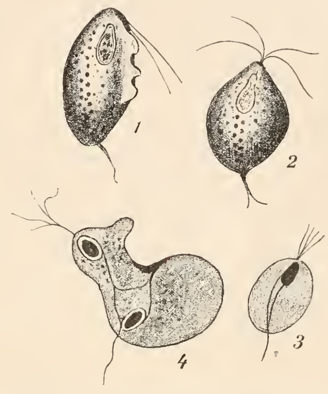


Fig. 100. *Trichomonas vaginalis* Donné. (1 und 2 nach dem Leben gezeichnet.) Kern sichtbar (900/1). 3 und 4 (Teilungsstadium) fixiert und gefärbt (900/1). (Nach Marchand (1894).)

2—3 Arten; parasitisch im Darm von anuren Amphibien (*batrachorum* Perty), wohl auch im Darm der Mäuse, Ratten, Katzen, Cavia cobaja und Enten, von Limax (*intestinalis*); Vagina der Frauen (*T. vaginalis* Donné, Fig. 100) und auch in krankhaften Harnwegen bei Männern (Marchand und Miura, Centralbl. für Bakt. und Parasitenkunde Bd. XVI. 1894).

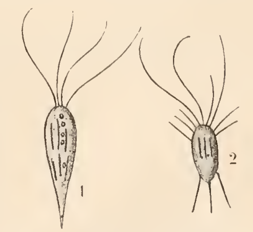


Fig. 101. *Polymastix Melolonthae* (Grassi) Bütschli. 1 ohne, 2 mit Borsten (1400/1). (Nach Grassi (1881).)

6. **Polymastix** Bütschli. (Fig. 101.) Zweifelhafte Gattung. Birnförmig bis länglich, vorn abgerundet, Hinterende veränderlich, in 1—3 Spitzen auslaufend. Länge 7—14 μ, Breite 3,4—5 μ. Am Vorderende 4 (Grassi) 6 (Künstler) etwas mehr als körperlange

Geißeln. Mundstelle an der Geißelbasis (Künstler). Im Periplasten viele parallel zur Längsachse des Körpers gestellte Stäbchen verschiedener Länge vorhanden, die nach Grassi Trichocysten-ähnlich, nach Künstler Verdickungen des Periplasten sind. Außer den Geißeln mehrere regellos stehende Fäden auf der Oberfläche, die sich selbständig bewegen (Künstler) oder vielleicht mit den Trichocysten in Beziehung stehen (Grassi). Plasma homogen mit einigen Körnern, die bisweilen in einer Reihe angeordnet sind. Contractile Vacuole? Kern vorn. Bewegung? Nahrungsaufnahme? Vermehrung vielleicht durch Querteilung. Dauerstadium?

1 Art. *P. Melolonthae* (Grassi) Bütschli (Fig. 101), parasitisch im Darm der Larven von Melolontha.

Übergangsformen zu den Ciliaten Infusorien.

Abgesehen von einigen sehr zweifelhaften Formen, wie *Grassia* und *Asthmatos*, wurden Organismen beschrieben, die neben der typischen Flagellatenbegeißelung Cilien tragen, und die somit mit gleichem Rechte bei den *Ciliata* wie bei den *Flagellata* untergebracht werden können. Ein Entscheid ist bis jetzt noch nicht möglich, da die Kernverhältnisse und die Art der Teilung, die uns allein Aufschluss geben könnten, noch nicht aufgeklärt sind.

Ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu machen, führe ich diejenigen Gattungen an, welche schon zu den *Flagellata* gerechnet worden sind. — Von völlig unsicherer systematischer Stellung ist die von Fromentel als *Trichomonas locellus* lückenhaft beschriebene, von Kent als *Stephanomonas locellus* benannte Form. Zwar wäre es immer noch denkbar, dass dem Entdecker eine *Craspedomonadacee* vorgelegen habe. Das von Fromentel beschriebene *Trichonema hirsutum*, zu dem Moebius eine zweite Art *gracile* gestellt hat, zeigt Ähnlichkeit mit dem *Spironema* Klebs, jedoch ist bei beiden Species ein vollständiges Wimperkleid ausgebildet; übrigens ist es noch sehr fraglich, ob die beiden Arten wirklich in eine Gattung gehören, da bei *Tr. gracile* die Geißel eher einem Schwanzfaden ähnlich ist, indem sie bei der wohl nur kriechenden Bewegung meist nach hinten gerichtet wird, während bei *Tr. hirsutum* die Geißel vorangeht und sich ähnlich wie bei den *Peranemaceae* nur an der Spitze bewegt. — Endlich müssen noch die Perty'sche Gattung *Mitophora* (nach Bütschli (*Ciliata* in Bronn's Klassen etc.) eine unsichere, holotriche Ciliate) und die Clark'sche *Heteromastix* erwähnt werden; die beiden Formen sind einander in der Anordnung der Cilien ähnlich.

A. Zellkörper allseitig mit Cilien bekleidet . . . . **2. Trichonema.**
B. Cilien an bestimmten Stellen localisiert:
  a. ein Kranz von zahlreichen, kurzen Cilien an der Geißelbasis . . **1. Stephanomonas.**
  b. Cilien in einer von vorn nach hinten verlaufenden Linie entspringend:
    α. 1 Geißel . . . . **4. Mitophora.**
    β. 2 Geißeln . . . . **3. Heteromastix.**

1. **Stephanomonas** Kent. (Fig. 102 *A*.) Eiförmig, vorn etwas verschmälert und abgestutzt. Länge 32 μ. An einem Pol ein Kranz von ca. $1/2 \times$ körperlangen Cilien,

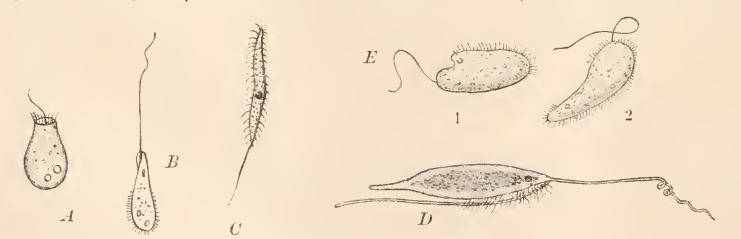


Fig. 102. *A Stephanomonas locellus* (Fromentel) Kent (375/1). — *B Trichonema hirsutum* From. (300/1). — *C Tr. gracile* Moeb. (360/1). — *D Heteromastix proteiformis* Clark (500/1). — *E* 1 und 2 *Mitophora dubia* Perty (200/1). (*A* u. *B* nach Fromentel (1874); *C* nach Moebius (1888); *D* nach J. Clark (1868); *E* nach Kent (1882).)

aus deren Mitte eine etwas mehr als körperlange Geißel entspringt. Mundöffnung? Periplast zart. 2 contractile Vacuolen hinten. Kern? Freischwimmende Bewegung. Ernährung? Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *St. locellus* Fromentel (Fig. 102 *A*), im Süßwasser.

2. **Trichonema** Fromentel. (Fig. 102 *B* und *C*.) Lang spindelförmig, Vorderende spitz, Hinterende bisweilen abgerundet. Körper biegsam. 32—55 μ lang. Am Vorderende eine 1/2—2 × körperlange Geißel. Periplast zart, höckerig, überall kurz bewimpert. Mundöffnung an der Geißelbasis. 1 contractile Vacuole, bei *hirsutum* hinten, bei *gracile* vorn. Kern fast central. Bewegung von *hirsutum* frei schwimmend, mit dem Geißelpol voran, bei *gracile* kriechend, mit dem hinteren Pol voran. Nahrungsaufnahme? Vermehrung? Dauerstadium?

2 Arten im Süßwasser (*T. hirsutum* From., Fig. 102, *B*) und marin (*Tr. gracile* Moeb., Fig. 102 *C*).

3. **Heteromastix** Clark. (Fig. 102 *D*.) Lanzettlich oder hinten abgerundet, sehr metabolisch. Länge 38—60 μ. Am Vorderende 2 Geißeln, wovon die eine beim Schwimmen nach vorn ausgestreckt wird und als Tastorgan dient, während die andere als Steuergeißel nachgeschleppt wird. Als Locomotionsapparat dient eine Reihe von Wimpern, welche vom Vorderende bis zur Körpermitte reicht. Vorn ein roter Augenfleck. Kern? Contractile Vacuole? Das Plasma scheint in ein hyalines Ecto- und ein körniges Entoplasma gesondert zu sein. Bewegung ausgestreckt schwimmend oder sich unter starker Metabolie an Ort bewegend. Teilung? Dauerstadium?

1 Art. *H. proteiformis* Clark (Fig. 102, *D*), im Süßwasser.

4. **Mitophora** Perty. (Fig. 102 *E*.) Länglich, hinten etwas dicker als vorn. Länge 79 μ. Am breiten Ende mit einer fast körperlangen Geißel. Auf einer Seite mit einer Reihe starker Wimpern besetzt. Mundöffnung? Periplast? Plasma zuweilen mit grünen Körperchen erfüllt. Vacuolen? Kern? Bewegung langsam, unter langsamer Drehung um die Längsachse, fast immer auf derselben Stelle. Ernährung? Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *M. dubia* Perty (Fig. 102 *E*), im Süßwasser (nur 2 Exemplare beobachtet).

Distomatineae

von

G. Senn.

Mit 13 Einzelbildern in 4 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1900.)

Einzige Familie *Distomataceae*.

Wichtigste Litteratur. Blanchard, R., Zoologie médicale. Paris 1886. — Bütschli, O., 1878 und 1883—1885. — Certes, A., Notes sur les parasites et les commensaux de l'huître. (Bull. soc. Zool. France, T. VII. 1882). — Dujardin, F., 1841 und: sur les monades à filament multiple. (Ann. sc. nat. Ser. II. Zool. Tome X. 1838). — Fresenius, G., 1858. — Fromentel, E., 1874. — Grassi, B., Intorno ad alcuni Protisti endoparass. (Atti d. soc. ital. Scienze nat. Vol. XXIV. 1881). — Grassi und Schewiakoff, 1888. — Kent, S., 1882. — Klebs, G., 1892. — Lambl, W., Mikrosk. Untersuchungen d. Darmexcrete. (Prager medic. Vierteljahrsschr. N. F. Bd. I, 1859). — Derselbe, Parasit. Organismen des Darmkanals. (Aus d. Franz-Joseph's Kindersp. zu Prag. T. I. 1860). — Perty, M., 1852. — Pfeffer, W., Über chemotact. Untersuchungen v. Bakterien, Flagellaten etc. (Unters. Bot. Inst. Tübingen II 1888). — Seligo, A., 1887. — Stein, Fr., 1878.

Merkmale. 4 bis viele Geißeln, die, in 2 gleiche Gruppen verteilt, am Rande oder im Grunde der meist in 2-Zahl vorhandenen Mundstellen entspringen. Zellkörper meist deutlich zweiseitig asymmetrisch; auf jeder Seite, dem entgegengesetzten Rande genähert, je eine Furche, Mulde oder Tasche, die als Mundstelle funktioniert.

Organisation. Zellkörper sehr mannigfaltig, oft bizarr gestaltet, aber meist asymmetrisch zweiseitig (Ausnahme *Megastoma*). Geißeln immer in 2 Gruppen je an oder in den beiden Mundstellen entspringend. Periplast sehr zart, Zellen oft metabolisch. Plasma zuweilen in rotierender Bewegung. Stoffwechselprodukt fettes Öl und bei einigen Formen (*Hexamitus*, *Urophagus*) ein glykogenartiger Körper. Meist nur 1 contr. Vacuole, die bei der Diastole häufig herumwandert, die Systole aber an einer bestimmten Stelle ausführt. Kern bläschenförmig, zuweilen lange vor der Teilung biscuitförmig eingeschnürt (*Trigonomonas*, *Megastoma*), fast immer vorn. Bewegung sehr mannigfaltig, frei rotierend oder schreitend und kriechend. Ernährung saprophytisch und tierisch, zuweilen auch parasitisch (*Megastoma*), Längsteilung im freibeweglichen Stadium, Dauercysten nur von *Megastoma* bekannt.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Durch den paarig asymmetrischen Bau und zwei gesonderte Gruppen von Geißeln unterscheiden sich die *Distomatineae* deutlich von allen anderen Flagellaten. Sie müssen deshalb wohl von wenig differenzierten *Pantostomatineae* abgeleitet werden, nicht direkt von *Tetramitaceae*. Die Ähnlichkeit von *Megastoma* mit *Tetramitus*, besonders *T. descissus* ist zufällig, indem *Megastoma* von einer Form mit zwei getrennten Mundstellen abzuleiten ist, worauf die paarige Anordnung der Geißeln und die Andeutung einer Zweiteilung der Mundstelle hinweisen. Die Verschmelzung der beiden Mundstellen muss auf die festsitzende Lebensweise (auf den Epithelzellen) zurückgeführt werden. *Tetramitus* ist dagegen völlig unpaarig gebaut und ist somit eine typische *Protomastigine*. Wenn ein Übergang von den *Flagellaten* zu den *Ciliaten* wirklich besteht, muss er wohl hier gesucht werden, und zwar zuerst bei *Spironema*, das möglicherweise mit dem von Möbius 1888 beschriebenen *Trichonema gracile* verwandt ist, dann aber auch bei *Hexamitus* und *Urophagus*, welche allein unter allen Flagellaten als Stoffwechselprodukt den bei den Ciliaten sehr verbreiteten glykogenartigen Körper ausbilden.

Einteilung der Unterordnung und Familie. Die *Distomatineae* lassen sich in vier Gruppen anordnen, ohne dass jedoch durchgreifende Unterschiede bestehen. *Hexamitus* und *Urophagus* sind durch ein Paar Schleppgeißeln ausgezeichnet, *Gyromonas*, *Trigonomonas* und *Trepomonas* sind stark comprimiert und zeigen ähnliche Arten der Bewegung, ohne allerdings in der Zahl der Geißeln übereinzustimmen. *Megastoma* stellt einen stark differenzierten Typus dar. Ob *Giardia* Künstler damit verwandt ist, kann nicht entschieden werden. *Spironema* endlich ist mit seiner großen Zahl von Geißeln vielleicht als höchst differenzierte Form aufzufassen.

A. Zwei getrennte Mundstellen, je eine auf jeder Körperseite.
- a. Nicht mehr als acht Geißeln.
  - α. 4—6 an den Ecken des breiten Vorderendes entspringende Geißeln.
    - I. 4 Geißeln . . . . 1. **Gyromonas.**
    - II. 6 Geißeln . . . . 2. **Trigonomonas.**
  - β. 8 im Grunde der Mundtaschen entspringende Geißeln.
    - I. Geißeln seitlich ausgestreckt oder in der Mundtasche verborgen, nie nachschleppend. 3. **Trepomonas.**
    - II. Ein Geißelpaar wird nachgeschleppt.
      - 1. Nahrungsaufnahme mit den seitlichen Mundspalten . . . . . 4. **Hexamitus.**
      - 2. Nahrungsaufnahme am Hinterende mit zwei beweglichen Klappen. 5. **Urophagus.**
- b. Viele kurze wimperartige Geißeln am Rande jeder Mundöffnung . . . 7. **Spironema.**

B. Eine einzige Mundstelle, in der aber noch eine Zweiteilung angedeutet ist. 8 Geißeln. 6. **Megastoma.**

1. **Gyromonas** Seligo (Fig. 103, *A*). Flachgedrückt, etwas schraubig gedreht, ohne seitliche Flügel, formbeständig. Länge 6—10 μ, Breite 4—6 μ. An den beiden abgerundeten Vorderecken je 2 etwa körperlange Geißeln entspringend. Mundstelle? Im Plasma 1 — mehrere Vacuolen. Kern einem Seitenrande genähert. Bewegung entweder schreitend, abwechselnd mit den beiden vorderen und den beiden hinteren Geißeln oder freischwimmend. Nahrungsaufnahme? Teilung? Dauerstadium?

1 Art. *G. ambulans* Seligo, im Süßwasser (Fig. 103 *A*).

2. **Trigonomonas** Klebs. (Fig. 103, *B*). Etwa dreieckig, vorn breit abgerundet bis schief abgestutzt, hinten zugespitzt, stark abgeplattet, etwas formveränderlich. Länge 24—33 μ, Breite 10—16 μ. Unterhalb der beiden vorderen Ecken je 3 ungleich lange Geißeln, an beiden Seiten je eine schwach muldenförmige, etwas schraubig verlaufende

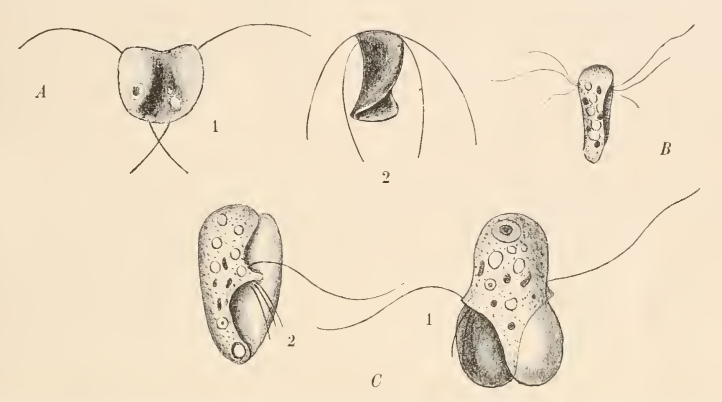


Fig. 103. *A Gyromonas ambulans* Seligo. 1 von der Fläche gesehen (1000/1). 2 von der Seite gesehen (1000/1). — *B Trigonomonas compressa* Klebs (500/1). — *C Trepomonas agilis* Duj., *forma communis* Klebs. 1 beide Mundtaschen sichtbar, die linke dem Beschauer zu, die rechte abgekehrt. 2 seitliche Ansicht einer Mundtasche. (*A* nach Seligo (1887); *B* und *C* nach Klebs (1892).)

Mundstelle. Plasma mit Nahrungsvacuolen. 1 contractile Vacuole von wechselnder Lage. Kern vorn, in der Mitte biscuitförmig eingeschnürt. Rotierende Schwimmbewegung oder Hin- und Herzittern an Ort und Stelle. Aufnahme fester Nahrung mit beiden Mundstellen. Vermehrung durch Längsteilung. Dauerstadium?

1 Art. *T. compressa* Klebs, im Süßwasser (Fig. 103 *B*).

3. **Trepomonas** Duj. (*Grymaea* Fresen.), (Fig. 103, *C*). Ei- bis kegelförmig, stets plattgedrückt, beidendig abgerundet. An den Seiten besteht infolge von Ausbuchtung, flügelartiger Verbreiterung und Einkrümmung des Randes je eine offene, der Nahrungsaufnahme dienende, etwas vorgewölbte Tasche. Beide Taschen liegen an den entgegengesetzten Rändern der beiden Seiten, daher der Körperquerschnitt ∾förmig. Länge 7—25 μ, Breite 2—15 μ. 8 Geißeln; je 4 entspringen in dem vorderen Teile der Taschen; ungleich, meist 1 oder 2 Paare 1—2 × körperlang, die übrigen Paare kurz, kaum aus der Tasche hervorragend. Das Plasma zeigt lebhafte Rotation. Eine contractile Vacuole entsteht in der Körpermitte und wandert in der Medianebene ans Hinterende; dort erfolgt die Systole. An derselben Stelle auch Ausscheidung der Nahrungsreste. Kern zuweilen mit 2 Binnenkörpern, stets im Vorderende. Bewegung für jede Art charakteristisch; rotierend (*rotans* und *agilis*), schreitend und springend (*Steinii*). Ernährung saprophytisch und tierisch (Bakterien!). Vermehrung durch Längsteilung; durch nachträgliche Veränderung der Lage wird Querteilung vorgetäuscht. Dauerstadium?

5 Arten im Süßwasser (vgl. Klebs 1892) z. B. *Tr. agilis* Duj. (Fig. 103, *C*).

4. **Hexamitus** Duj. (*Heteromita pusilla* Perty, *Amphimonas* Diesing, *Dicercomonas* Grassi) (Fig. 104, *A* und *B*). Oval bis länglich, nur wenig abgeplattet, zuweilen stark metabolisch. Länge 8—35 μ, Breite 4—18 μ. 4 Paare von 1 — 2 × körperlangen Geißeln. Die 3 nach vorn oder seitwärts gerichteten Paare entspringen in der Nähe des Vorderendes (3 Geißeln auf jeder Seite), daselbst wahrscheinlich auch das nachschleppende Paar. Auf jeder der beiden abgeplatteten Breitseiten je einem Seitenrande genähert, eine von hinten nach vorn sich verschmälernde Spalte. Von einer Seite gesehen, liegt die Spalte rechts dem Beschauer zugekehrt, die andere links, dem Beschauer abgewendet. Die Spalten beherbergen die Schleppgeißeln und dienen infolge ihrer Erweiterungsfähigkeit als Mundstellen. Periplast in einigen Fällen vom übrigen Plasma zu trennen. Körper meist stark lichtbrechende, kugelige Massen eines glykogenartigen Körpers enthaltend. Meist 1—2 wandernde Vacuolen (fehlen dem parasitischen *H. intestinalis*). Systole meist am Hinterende, zuweilen auch am Seitenrande. Kern im Vorderende. Frei rotierende Schwimmbewegung, zeitweise auch Rotation an Ort und Stelle. Umherschreiten oder Festsitzen mit den beiden Schleppgeißeln. Aufnahme fester Nahrung in

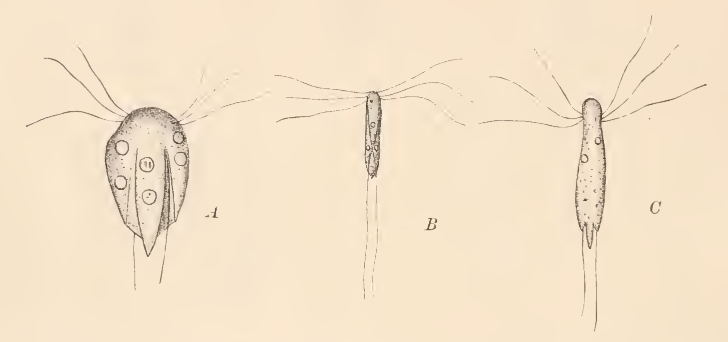


Fig. 104. *A Hexamitus fissus* Klebs (1000/1). — *B H. intestinalis* Duj. (1000/1). — *C Urophagus rostratus* (Duj.) Klebs, *forma angustus* (2000/1). (*A*–*C* nach Klebs (1892).)

den beiden seitlichen Mundtaschen, daneben auch saprophytische Ernährung (*intestinalis*). Vermehrung durch Längsteilung. Dauerstadien?

7 Arten in faulendem Süßwasser (vgl. Klebs 1892), z. B. (*H. fissus* (Klebs) Duj.) (Fig. 104, *A*) und parasitisch (*H. intestinalis* Duj.) (Fig. 104, *B*) im Darm verschiedener Wassertiere (Frösche, Tritonen etc., Austern) in der Blase der Schildkröte.

5. **Urophagus** Klebs. (*Hexamitus rostratus* Stein) (Fig. 104, *C*). Eiförmig, schmal bis länglich, vorn etwas verschmälert, am Hinterende schnabelförmig zugespitzt, mit 2 beweglichen Klappen. Formveränderlich. Länge 12—25 μ, Breite 2—12 μ. Vorn jederseits 3 etwa körperlange Geißeln. An der Seite des hinteren Schnabels je 1 längliche Spalte in der je 1 körperlange Schleppgeißel sitzt. Der schief zur Meridianebene liegende Schnabel am Hinterende besteht aus 2 beweglichen Klappen, womit die Nahrung gefasst und in die dort befindliche Mundstelle gebracht wird. Plasma in beständiger Rotation; mit glykogenartigen Kugeln und Nahrungsvacuolen. 2 unabhängig voneinander pulsierende Vacuolen von veränderlicher Lage. Kern im Vorderende. Freies Schwimmen, wobei die Klappen des Schnabels bewegt werden; zuweilen auch Rotation an Ort, besonders bei der Nahrungsaufnahme. Stark chemotaktisch. Vermehrung wohl durch Längsteilung. Dauerstadien?

1—2 Arten. *U. rostratus* (Stein) Klebs im Süßwasser (Fig. 104 *C*).

6. **Megastoma** Grassi (*Cercomonas intestinalis* Lambl., *Dimorpha muris* Grassi, *Lamblia intestinalis* Blanchard) (Fig. 105). Birnförmig, hinten lang zugespitzt. Vordere

Hälfte des Körpers einseitig tief ausgehöhlt, dadurch deutlich bilateral; schwach formveränderlich. Länge 5—16 μ, Breite 4—7,5 μ. 4 Paare etwa körperlanger Geißeln. Vorderes Paar auf der Dorsalseite des vorderen Randes der Aushöhlung entspringend, schief nach hinten abstehend; zweites und drittes Paar entspringen einander genähert, ersteres auf, letzteres unterhalb des lippenförmigen Fortsatzes am Hinterende der Aushöhlung. In der Nähe ihrer Basis ein färbbarer Körper von zweifelhafter Bedeutung (Blepharoplast?). Viertes Paar am Hinterende entspringend. Die ganze Fläche der Aushöhlung dient als Mundstelle, indem sie sich den Darmepithelzellen ansaugt. Contractile Vacuole fehlt. Kern etwa in der Mitte der Aushöhlung, gewöhnlich biscuitförmig; (vielleicht frühe Vorbereitung zur Teilung), zuweilen auch einfach kugelig (Lambl.). Bewegung rasch schwimmend. Das hintere Geißelpaar nachschleppend. Die Individuen haften meist mit der Aushöhlung den Darmepithelzellen an und richten das Hinterende hörnchenförmig auf. Ernährung wohl nur parasitisch. Vermehrung? Dauercysten oval mit ziemlich dicker Hülle.

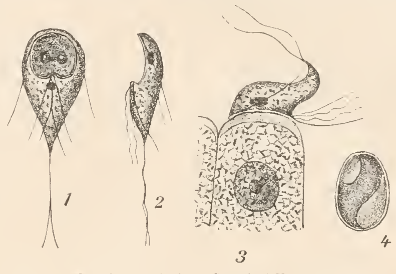


Fig. 105. *Megastoma entericum* Grassi. 1 Ventralseite, fixiert und gefärbt, biscuitförmiger Kern und Blepharoplast (1000/1). 2 seitliche Ansicht. 3 Epithelzelle mit parasitierendem *Megastoma* (1000/1). 4 Cyste von der Seite gesehen (1000/1). (Nach Grassi und Schewiakow (1888).)

1 Art. *M. entericum* Grassi, parasitisch im Dünndarm von Menschen, Hunden, Katzen, Schafen, Kaninchen, Ratten und Mäusen (Fig. 105).

7. **Spironema** Klebs (Fig. 106). Lanzettlich, etwas zusammengedrückt in feinen Schwanzfaden auslaufend; vorderer Körperteil metabolisch. Länge 14—18 μ, Breite 2—9 μ. Vom Vorderende verläuft an den beiden Längsseiten je eine schraubige Furche, wohl die beiden Mundstellen. Ein Rand jeder Spiralfurche mit zahlreichen kleinen Wimpern besetzt, welche wie Geißeln individuelle Bewegung zeigen. Dieselben sind hauptsächlich am vorderen Teil des Randes, zuweilen noch bis zum Beginn des Schwanzendes ausgebildet. 1 contractile Vacuole im Hinterende. Kern? Bewegung schwerfällig; bisweilen setzt sich der Organismus mit dem steifen Schwanzende fest. Die Aufnahme fester Nahrung geschieht wahrscheinlich mit den seitlichen Furchen, daneben wohl auch saprophytische Ernährung. Vermehrung? Dauerstadium?


Fig. 106. *Spironema multiciliatum* Klebs (1000/1). (Nach Klebs (1892).)

1 Art. *S. multiciliatum* Klebs, im Süßwasser (Fig. 106).

Chrysomonadineae

von

G. Senn.

Mit 90 Einzelbildern in 14 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1900.)

Wichtigste Litteratur. Bütschli, O., 1878. — Derselbe, 1883—1885. — Chodat, R., Etudes de biologie lacustre. (Bull. herb. Boiss. T. V. 1897). — Derselbe, Stylococcus (ebenda, T. VI. 1898). — Cienkowsky, L., Über Palmellaceen etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI. 1870). — Correns, Über eine neue braune Süßwasseralge Naegeliella. (Ber. d. deutsch. bot.

Ges. Bd. X. 1892). — Fisch, F., 1885. — Hansgirg, A., 1892. — Imhof, Flagellatengenus Dinobryon (Zoolog. Anz. Bd. XIII, 1890). — Iwanoff, L., Beitrag zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Chrysomonaden. (Bull. Ac. Imp. Sciences. St. Petersbourg. V. Serie. Bd. XI. No. 4. 1899). — Kirchner, O., Die Algen Schlesiens, Breslau 1878. — Klebs, G., 1892. — Derselbe, 1896. — Lagerheim, Über Phaeocystis. (Öfvers. of kongl. vet. Akad. Förhandl. Bd. LIII. No. 4. 1896). — Lauterborn, Protozoenstudien IV. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. LXV. 1899). — Lemmermann, E., Phytoplankton sächsischer Teiche. (Plöner Forschungsber. Teil 7. 1899). — Derselbe, Planctonalgen (aus dem Pacific.) (Abh. Nat. Ver. Bremen. Bd. XVI. 1899). — Meyer, Hans, 1897. — Perty, M., 1852. — Philipps, New Flagellate (Chlorodesmus) (Transact. Hertfordsh. Nat. Hist. Soc. and Field Club II 1882) — Pouchet, G., (Comptes rend. Seances. Soc. Biol. 1892). — Seligo, Flagellaten d. Süßwasserplanktons. Festgabe d. westpreuß. Fischereiver. Danzig, 1893. — Stein, F., 1878. — Stokes, A., 1888. — Stokes, A., Notices of new Infusoria Flagellata from American Freshwaters. (Journal R. Micr. Soc. 1888). — Woronin, Chromophyton. (Bot. Ztg. 1880). — Wysotzky, Mastigophora Rhizopoda. (Arb. d. naturf. Ges. Kharkoff. Bd. XXI. 1887) (russisch). — Zacharias, O., Bau von Uroglena, (Plöner Forschungsber. III. 1895). — Derselbe, Actinoglena. (Ebenda. Heft 5. 1897).

Merkmale. Zellen stets mit einer bis mehreren (bis 6) gelbbraunen Farbstoffplatten und häufig mit einem roten Augenfleck, der (im Gegensatz zu dem der *Euglenaceae*) dem Chromatophor anliegt und bei der Teilung neugebildet wird. Periplast sehr zart, nur als dünne Hautschicht ausgebildet, daher Zelle oft amöboid, aber häufig von einer eng anliegenden, gallertigen oder hornartigen Hülle umgeben; oft lebt auch der nackte Organismus in weiten, hornartigen Gehäusen. Coloniebildung häufig. 1—2 Geißeln am Vorderende. 1 bis mehrere contr. Vacuolen, die unabhängig voneinander pulsieren, an verschiedenen Stellen des Körpers.

Organisation. Aufnahme fester Nahrung in Nahrungsvacuolen an der Geißelbasis. Bei *Chrysamoeba* wäre ein amöboides Verschlucken denkbar, wurde aber noch nie beobachtet. Stoffwechselprodukte fettes Öl und Leucosin. 1 bis mehrere contractile Vacuolen von einfachstem Bau mit verschiedener Lage. Kern bläschenförmig, meist central. Bewegung freischwimmend; im geißellosen Ruhezustande bilden die gallertumhüllten Zellen oft große, zuweilen makroskopische Complexe, die bei einigen Formen (*Hydrurus*, *Phaeocystis*, *Naegeliella*, und einigen *Chromulina*-Arten) bestimmt geformte, algenähnliche Complexe bilden. Ernährung wohl bei allen Formen holophytisch und saprophytisch, daneben zuweilen auch tierisch. Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen Zustand oder häufig in Ruhe. Für wenige Arten wird Querteilung angegeben. Dauercysten von mehreren Arten bekannt; die Umhüllung weist häufig charakteristische Skulpturen auf und ist zuweilen auch verkieselt.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Chrysomonadineae* erscheinen als einheitliche Gruppe, obwohl ihr Ursprung wohl in verschiedenen Familien der *Protomastigineae* zu suchen ist. Speciell die mit einem Augenfleck ausgerüsteten *Monadaceae* (*Monas vivipara* Ehbg., *Anthophysa Steinii* Senn) scheinen den Übergang zu den *Chrysomonadineae* zu vermitteln; jedoch waren vielleicht diese Formen ursprünglich gefärbt und wurden erst secundär wieder farblos. Andererseits zeigen die *Chrysomonadineae* manche Anklänge an die *Algen*, besonders die *Diatomeen* (Ähnlichkeit des Farbstoffs, Fett als Stoffwechselprodukt und Verkieselung der Dauerzellen), ferner auch an die *Phaeophyceen*, jedoch nur in geringerem Maße, indem der gewöhnlich als besondere Übergangsform angeführte *Hydrurus foetidus* den braunen Algen nur habituell gleicht, während seine Structur die einer typischen *Chrysomonadine* ist.

Die **Einteilung der Unterordnung** wurde von Klebs 1892 nach der Ausbildung der Zellumhüllung in nackte (*Chrysomonadina nuda*) in einem Gehäuse oder Schale sitzende (*loricata*) und in solche mit eng anliegender, hautartiger Hülle (*membranata*) eingeteilt. Da aber die Hüllenbildungen der *Flagellaten* als secundär erworbene Organe aufgefasst werden müssen, teile ich die Familie wie Engler (Syllabus), nach der Zahl und Ausbildung der Geißeln, einem mehr genetischen Merkmale, in die 3 Gruppen der *Chromu-*

linaceae, *Hymenomonadaceae*, (*Chrysomonadaceae* Engler) und *Ochromonadaceae* (*Dinobryaceae* Engler) ein.

A. 1 Geißel . . . . I. **Chromulinaceae.**
B. 2 ganz oder annähernd gleiche Geißeln . . . . II. **Hymenomonadaceae.**
C. 2 ungleiche Geißeln . . . . III. **Ochromonadaceae.**

I. Chromulinaceae.

Eingeißelige, ovale bis längliche Formen, mit einer bis mehreren Chrysochromplatten. Zellen nackt oder von Gallerte oder schalenartigen Hüllen oder Gehäusen umschlossen, einzeln oder in Colonien lebend.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Chromulinaceae* sind wohl von den *Oicomonadaceae* abzuleiten. Einzelne der hierher gehörigen Formen (wie *Hydrurus* und einige Arten von *Chromulina*) bilden bestimmt geformte, durch starke Gallertausscheidung charakterisierte Complexe von Teilungscysten. Diese Formen wurden deshalb schon öfters zu den Algen gerechnet, was aber wegen der Art der Teilung nicht gerechtfertigt erscheint.

Einteilung der Familie.

A. Im beweglichen Zustande nackt.
  a. An der Geißelbasis borstenartige, kurze Fortsätze, 6 Chrysochromplatten. 3. **Pedinella.**
  b. Ohne solche Borsten, 1—2 Chrysochromplatten.
    α. Geißeltragende Zellen zuweilen allseitig Pseudopodien bildend. 2. **Chrysamoeba.**
    β. Geißeltragende Zellen eiförmig, oft größere Complexe von geißellosen, in Gallerte eingebetteten Zellen bildend; diese Complexe aber nie faden- oder baumförmig. 1. **Chromulina.**
    γ. Geißeltragende Zellen tetraëdrisch bis kugelig; Zellen jedoch meistens geißellos, große makroskopische Fäden und Stränge mit Spitzenwachstum bildend . 4. **Hydrurus.**
B. Im beweglichen Stadium von einer gallert- bis hornartigen Hülle umschlossen:
  a. Hülle einfach glatt, ohne besondere Anhängsel.
    α. Hülle weich, dünn, mit zerstreuten Körnchen versehen . . . . . . 5. **Microglena.**
    β. Hülle starr, homogen, glatt.
      I. Flagellate samt Gehäuse freischwimmend . . . . 6. **Chrysococcus.**
      II. Flagellate in einem festsitzenden Gehäuse lebend.
        1. Gehäuse mit geradem Stiele festsitzend . . . . 7. **Stylococcus.**
        2. Gehäuse mit einem geschlossenen Ringe einen Algenfaden umfassend und darauf reitend . . . . 8. **Chrysopyxis.**
  b. Hülle von compliciertem Bau, mit stab- oder borstenförmigen Anhängseln.
    α. Einzellebend, Hülle aus kleinen Plättchen bestehend, welche, wenigstens die der beiden Zellenden, längere oder kürzere Borsten tragen . . . . . . 9. **Mallomonas.**
    β. Die Zellen sind zu kugeligen Colonien vereinigt und tragen am Vorderende in becherförmigen Gebilden je zwei lange gerade Kieselnadeln. . . 10. **Chrysosphaerella.**

1. **Chromulina** Cienk. (*Monas* Ehbg., *Chrysomonas* Stein, *Chromophyton* Woronin, *Hymenonema* Stokes) (Fig. 107, *A*—*C*). Kugelig, oval bis länglich, besonders am Hinterende deutlich amöboid. Länge 3,6—20 μ, Geißel etwa körperlang am Vorderende. Periplast zart, glatt oder körnig bis höckerig. Im Hinterende meist ein größerer Leucosinballen und mehrere Nahrungsballen. 1—2 contractile Vacuolen im Vorderende. 1—2 Chrysochromplatten, meist mit Augenfleck. Kern vorn gelegen. Bei einigen Arten auch tierische Ernährung. Bewegung frei schwimmend. Teilung in gallertumhülltem Zustand. Dauercysten mit derber Membran und kurzem Halse, so weit bekannt endospor entstehend.

Bei *Ch. Rosanoffii* Woron. und *Woroniniana* Fisch leben die Zellen zeitweise über der Wasseroberfläche. Die freischwimmenden Schwärmer legen sich derselben unmittelbar an, kommen zur Ruhe und treiben dann einen stecknadelförmigen Fortsatz durch die Wasseroberfläche empor. Dieser rundet sich oberhalb derselben zu einem kugeligen Bläschen ab, in welches nun der ganze Zellinhalt hineinwandert. Durch ein feines Röhrchen bleibt die

auf dem Wasser schwimmende Zelle (von *Chr. Rosanoffii*) mit dem Wasser in Verbindung. Mehrere solcher freischwimmender Individuen legen sich mit ihren wohl wachsartigen Hüllen zusammen und bilden so größere Complexe, die wie ein feiner gelber Staub die Wasseroberfläche überzieht. Die wachsartige Hülle wird nur schwer benetzt; geschieht dies, so tritt der Inhalt als beweglicher Schwärmer aus. Dieses Stadium ist morphologisch den Dauercysten der anderen Species analog (Besitz eines Röhrchens). Die in den Sphagnumzellen überwinternden Zellen wären dann als Teilungscysten aufzufassen. Andere Arten siehe Klebs 1892.

2. **Chrysamoeba** Klebs. (Fig. 107, *D*). Während der Bewegung dick eiförmig; zuweilen wie eine Amöbe ringsum feine Pseudopodien aussendend, wohl zur Erhöhung

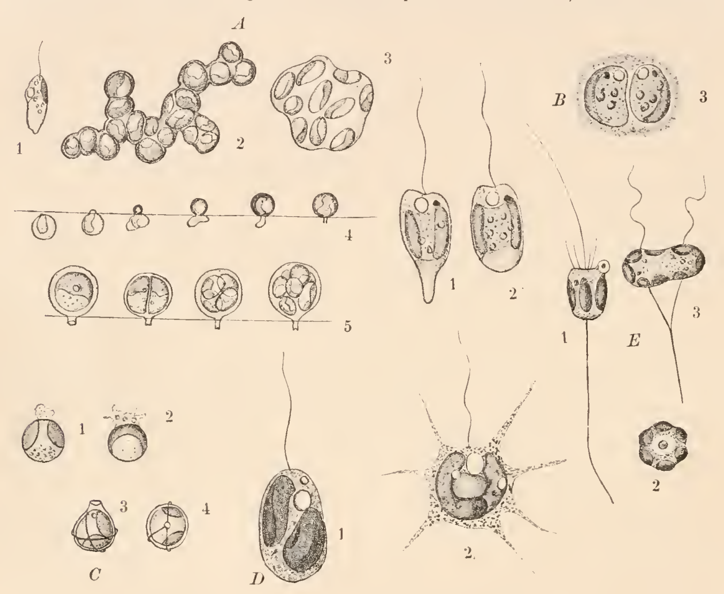


Fig. 107. *A Chromulina Rosanoffii* (Woronin) Bütschli. 1 Freischwimmende Zelle (620/1). 2 und 3 Unbenetzte schwimmende Colonien von Teilungscysten (520/1). 4 Emporsteigen der Schwärmzellen durch die Wasseroberfläche (520/1). 5 Auf der Wasseroberfläche schwimmende, mit einem Röhrchen versehene Zellen in Teilung. — *B Chr. ovalis* Klebs. 1 und 2 Verschiedene Zellformen. 3 Teilung (1500/1). — *C Chr. nebulosa* Cienk. 1 und 2 Cystenbildung unter Ausstoßung eines Teiles des Plasmas (800/1). 3 und 4 ausgebildete Dauercyste (800/1). — *D Chrysamoeba radians* Klebs. 1 freischwimmend, 2 im Amöbenstadium (1000/1). — *E Pedinella hexacostata* Wys. 1 festsitzende Zelle mit Nahrungsvacuole von der Seite, 2 von oben gesehen. 3 Längsteilung. Vergr. ? (*A* nach Woronin (1880); *B* und *D* nach Klebs (1892); *C* nach Cienkowsky (1870); *E* nach Wysotzky (1887).

der Schwebefähigkeit. Größe 10—16 μ. Geißel etwa körperlang; bleibt auch im amöboiden Stadium erhalten. Periplast nur durch ein feines Oberflächenhäutchen gebildet. 2 Chrysochromplatten ohne Augenfleck. Leucosinballen im Hinterende. Eine unveränderliche, central oder vorn gelegene Blase und 2—3 contractile Vacuolen ohne bestimmten Platz. Kern? Bewegung sehr träge, oft 4 Individuen in einer Reihe beisammen, vielleicht durch Gallerte mit einander verbunden. Tierische Nahrungsaufnahme nicht beobachtet. Vermehrung durch 2-Teilung. Dauerstadium?

1 Art. *C. radians* (Fig. 107 *D*), im Süßwasser (Plankton).

3. **Pedinella** Wysotzky (Fig. 107 *E*). Sechseckig cylindrisch, mit einem contractilen Plasmafortsatz des Hinterendes häufig festsitzend. An der Geißelbasis mehrere feine starre Borsten. Größe? Geißel etwa 3mal körperlang, in der Mitte des Vorder-

endes entspringend, meist nur an der Spitze bewegt. Periplast äußerst zart. Im Plasma Nahrungsvacuolen. Chromatophor sechsstrahlig oder vielleicht aus 6 einzelnen ovalen, peripheren Platten bestehend. Augenfleck und contractile Vacuole fehlt. Kern central. Bisweilen sich loslösend und in Kreisen herumschwimmend. Ernährung auch tierisch. Vermehrung durch Längsteilung. Dauerstadium?

1 Art. *P. hexacostata* Wys. (Fig. 107 *E*), im Süßwasser.

4. **Hydrurus** Agardh. (*Phaeodermatium* Hansg., *Hydrurites* Reinsch.) (Fig. 108). Unbewegliche Zellen rundlich, ei- bis fast spindelförmig, 6—10 μ lang, in Gallerte eingebettet, die bis zu 30 cm lange, braune, an den Enden vielverzweigte Stränge bildet, welche durch Spitzenwachstum ausgezeichnet und zuweilen mit Kalk inkrustiert sind. Bewegliche Zellen kugelig bis tetraëdrisch mit 1 etwa körperlangen Geißel an der dem Chromatophor gegenüberliegenden, farblosen Seite. Zellen ohne besondere Hülle innerhalb der Gallerte. Im Plasma einige fettartig glänzende Kugeln (Leucosin?). Eine muldenförmige Chrysochromplatte an dem der Spitze der Kolonie zugekehrten Zellende. Ein

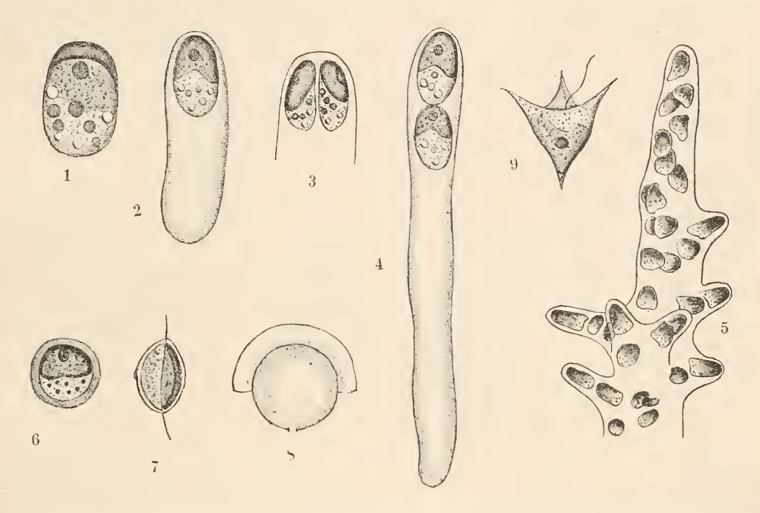


Fig. 108. *Hydrurus foetidus* (Vauch.) Kirchner. 1 Einzelne Zelle (1500/1). 2—4 Beginn der Coloniebildung durch Längsteilung (1500/1). 5 Spitze einer Colonie mit Zweiganlagen (540/1). 6 Ruhezelle (1500/1). 7 Dauercyste von der Seite, 8 von der Fläche gesehen (1000/1). 9 Schwärmer (1500/1). (1—4 und 6—9 nach Klebs (1892); 5 nach Berthold (1878).)

Zipfel des Chromatophors etwas eingefaltet. 5—6 contractile Vacuolen im farblosen hinteren Teil der Zelle. Kern central. Kolonien an Steinen festsitzend, in raschfließendem, kaltem (unter 13°) Wasser von Bächen und Brunnen flottierend. Bewegliche Zellen rotierend oder hin und her zitternd; sie werden beim Übergang aus fließendem in stehendes Wasser von den Zellen der jüngeren Zweige gebildet. Es wird auch ein palmellaartiges Stadium mit Teilung nach allen Richtungen angegeben. Ernährung nie tierisch. Vermehrung durch Längsteilung im geißellosen Zustand. An den Enden der Zweige Bildung von Dauercysten; diese zuerst kugelig, dann etwas zusammengedrückt; ihre Membran stark lichtbrechend, verkieselt, mit einem halbherumlaufenden lamellenartigen Ring und ihm gegenüber mit einer feinen Öffnung.

1—2 Arten und wohl mehrere Standortsvarietäten, im Süßwasser; am besten bekannt *H. foetidus* (Vauch.) Kirchner (Fig. 108). Diese meist zu den Algen gerechnete Gattung ist eine typische *Chrysomonadine*. Das Pyrenoid, welches für ihren Chromatophor angegeben wurde,

ist thatsächlich nicht vorhanden, sondern wird durch einen Lappen des Chromatophors vorgetäuscht (Klebs 1896). Das andere Algenmerkmal, das Spitzenwachstum, kann sehr wohl auf die äußeren Einflüsse zurückgeführt werden, welchen die in den flottierenden Colonien lebenden Zellen ausgesetzt sind; wo diese Einflüsse fehlen, so im stehenden Wasser, werden formlose, palmellaartige Colonien gebildet.

5. **Microglena** Ehbg. (Fig. 109, *B*). Eiförmig, etwas abgeplattet, wenig formveränderlich, Länge 30—51 μ, Breite 19 μ. Geißel etwa körperlang, in der Ausrandung des Vorderendes entspringend; wohl ohne Mundstelle. Von einer dünnen, eng anliegenden, weichen Hülle umgeben, die zerstreute Körnchen enthält. Oft fast ganz von Leucosin erfüllt. 2, vielleicht auch nur 1 (dann muldenförmige) Chrysochromplatte mit 1—2 Augenflecken. Am Vorderende, etwas seitlich gelegen, eine größere nicht contractile Zellblase, die sich gegen den Vorderrand halsartig zuspitzt. In ihrer Nähe 5—6 pulsierende Vacuolen. Kern hinter der Zellblase. Bewegung langsam rotierend. Ernährung wohl nicht tierisch. Vermehrung? Dauerstadium?

1—2 Arten. *M. punctifera* Ehbg. (Fig. 109 *B*), im Süßwasser.

6. **Chrysococcus** Klebs. (Fig. 109, *A*). Kugelig, wie *Chromulina* gebaut. Größe 8—10 μ. In einer derben, bräunlichen, engen Schale eingeschlossen, die für die Geißel

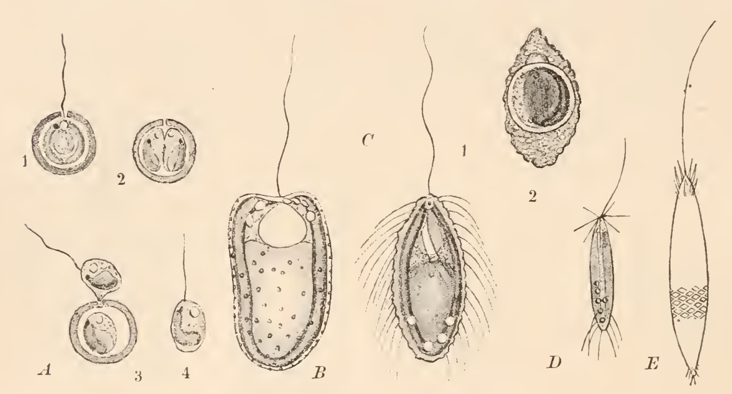


Fig. 109. *A Chrysococcus rufescens* Klebs. 1 Einzelne Zelle. 2—4 Teilung und Austritt einer Tochterzelle (1200/1). — *B Microglena punctifera* Ehbg. — *C Mallomonas acaroides* Perty (*Ploesslii* Perty). 1 freischwimmende Zelle. 2 Dauercyste (1000/1). — *D Mallomonas litomesa* Stokes (800/1). — *E Mallomonas* (*Chloromonas*) *pulcherrima* (Stokes) Lemmerm. (800/1). (*A*, *B*, *C* nach Klebs (1892); *D*, *E* nach Stokes (1888).)

eine kleine Öffnung frei lässt. 1 contractile Vacuole am Vorderende. 2 Chrysochromplatten, im Hinterende Leucosin. Mit dem Gehäuse frei umherschwimmend, Längsteilung innerhalb der Gehäuse; Heraustreten einer nackten Tochterzelle, die sich nachher mit einem Gehäuse umgiebt. Dauercysten?

1 Art. *C. rufescens* Klebs (Fig. 109, *A*), im Süßwasser.

7. **Stylococcus** Chodat (Fig. 110, *B*). Kugelig. Größe? Mit einem unbeweglichen (?) 2 — 3 × körperlangen Faden (Geißel?) am Vorderende. Individuen einzeln in langgestielte, spindel- bis flaschenförmige, eng anliegende Gehäuse eingeschlossen. Periplast sehr zart. Plattenförmiger, goldgelber Chromatophor im Hinterende der Zelle. Contractile Vacuole? Kern? Nach der Teilung durch Querteilung wird eine Tochterzelle aus dem Gehäuse gedrängt und schwimmt davon. Ernährung wohl nie tierisch. Dauerstadium?

1 Art. *S. aureus* Chodat (Fig. 110, *B*), im Süßwasser.

Diese ungenügend bekannte Gattung ist vielleicht mit *Stylochrysalis* Stein zu vereinigen. Da es jedoch zweifelhaft ist, ob letztere Gattung (wie *Chrysopyxis*) in Wirklichkeit nur eine

Geißel oder thatsächlich deren zwei besitzt, können die beiden Gattungen noch nicht vereinigt werden.

8. **Chrysopyxis** Stein (Fig. 110, *A*). Individuen kugelig, 13 μ groß, innerhalb krugförmiger, zuweilen braungefärbter Gehäuse lebend, die auf Algenfäden mit Hilfe eines rings um dieselben herumlaufenden feinen Ringes befestigt sind. Geißel körperlang, häufig pinselartig zerschlitzt. Periplast sehr zart. Die freien amöboiden Zellen bilden am Hinterende einen feinen Faden, der sich beim Herumwandern der Zelle um einen Algenfaden demselben anlegt, und durch Verschmelzung des Endes des Fadens mit der Basis der Zelle einen geschlossenen Ring bildet. Gehäusewandung enthält Cellulose. 1 gürtelförmige Chrysochromplatte ohne Augenfleck, im hinteren Teil der Zelle. Vorn

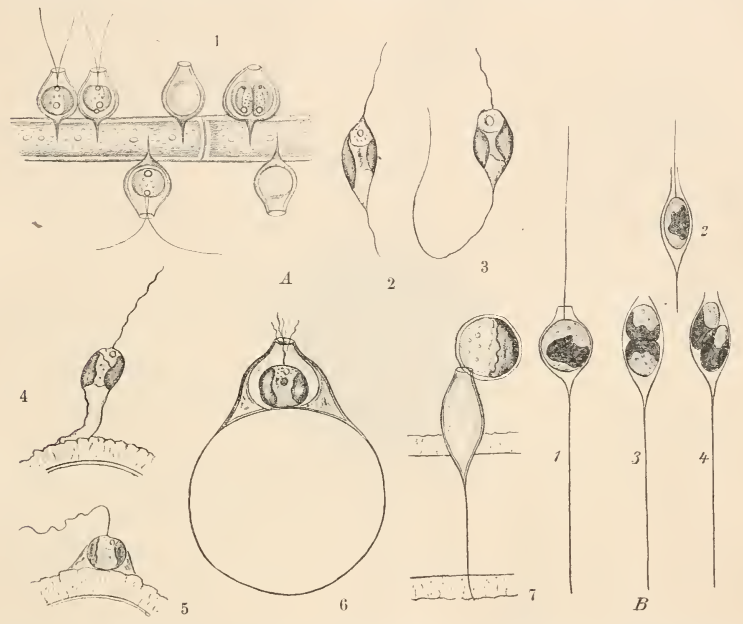


Fig. 110. *A Chrysopyxis bipes* Stein. 1 Zellen auf *Cladophora*. 2 und 3 freie Zellen, Entstehung des Schwanzfadens. 4 und 5 Herumwandern und Festsetzung auf einem Zygnemafaden. 6 Zelle mit vollständigem Ring von vorn gesehen. 7 Dauercyste an der Mündung des Gehäuses; dieses von der Seite gesehen. Vergr. ca. 800 mal. — *B Stylococcus aureus* Chodat. 1 und 2 verschiedene Formen der Zellen. 3 und 4 Querteilung mit nachheriger Verschiebung. Vergr.? (*A* 1 nach Stein (1878); 2—7 nach Iwanoff (1899); *B* nach Chodat (1897).)

Leucosinkörnchen und 1 (contractile?) Vacuole. Kern central. Ernährung wohl nie tierisch. Längsteilung innerhalb der Gehäuse, Austreten einer Tochterzelle. Dauercysten kugelig, am Rande des Gehäuses sitzend.

1 Art. *C. bipes* Stein (Fig. 110 *A*).

Infolge der Untersuchung von Iwanoff (1899) an *Chr. bipes* Stein müssen die von Stokes (1888) beschriebenen zweigeißeligen Arten von der Stein'schen Art getrennt werden. Ich stelle dieselben zu *Derepyxis* Stokes.

9. **Mallomonas** Perty (*Lepidoton* Seligo 1893, *Chloromonas* Stokes 1887 und 1888) (Fig. 109, *C*—*E*). Oval bis länglich in netzförmig sculpturierter Hülle. Dieselbe besteht aus runden oder polygonalen Plättchen, welche alle, oder nur die der beiden Körperpole, bogig abstehende, steife, verkieselte, längere oder kürzere Borsten tragen. Länge 20—70 μ, Breite 7—16 μ. Geißel etwas mehr als körperlang am Vorderende. Im Hinterende

meist ein größerer Leucosinballen. 2 gelbe Chromatophoren, ohne Augenfleck. Mehrere contractile Vacuolen im Hinterende. Vorn eine größere nicht contractile Zellblase. Kern länglich im Vorderende. Langsames Vorwärtsschwimmen. Ernährung nicht tierisch. Vermehrung wohl durch Längsteilung. Dauercysten kugelig mit verkieselter Schale.

4—5 Arten im Süßwasser (Plankton), z. B. *M. acaroides* Perty (Fig. 109 *C*), *M. litomesa* Stokes (Fig. 109 *D*), *M. pulcherrima* (Stokes) Lemm. (Fig. 110 *E*). Vergl. Lemmermann (1899) und Iwanoff (1899).

10. **Chrysosphaerella** Lauterb. (Fig. 111). Einzelindividuen birnförmig. Länge 15 μ, Breite 7 μ. Geißel vorn entspringend, etwas mehr als körperlang. Daneben

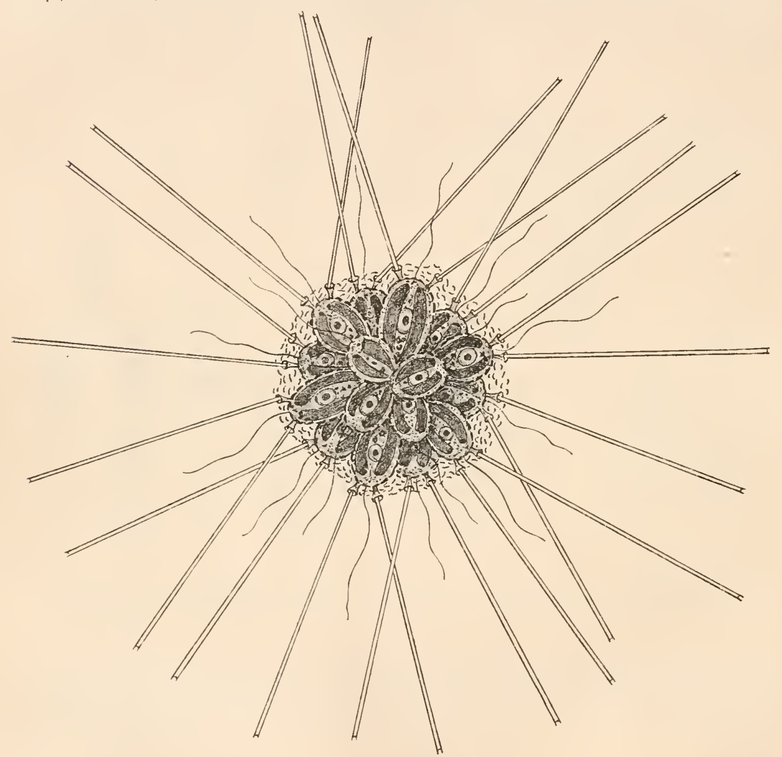


Fig. 111. *Chrysosphaerella longispina* Lauterb. (900/1). (Nach Lauterborn (1899).

erheben sich becherförmige, hyaline Gebilde, die röhrenförmige, verkieselte Nadeln tragen. Individuen mit den Hinterenden zu kugeligen, 40—50 μ großen Colonien vereinigt; darin radiär angeordnet und von einem lockeren Mantel gebogener Kieselnädelchen umgeben. Mit den radiär ausgestreckten, den Durchmesser der Colonie an Länge übertreffenden Nadeln ist der ganze Zellcomplex dem Planktonleben angepasst. Periplast aus kleinen Plättchen zusammengesetzt. 2 gewölbte Chrysochromplatten, mit je einem Augenfleck am Vorderende. Kern central. Rotierende Schwimmbewegung der Colonien. Ernährung nicht tierisch. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *C. longispina* Lauterb. (Fig. 111), im Süßwasser.

II. Hymenomonadaceae.

Mit zwei gleich langen Geißeln versehene, ovale, längliche oder dreieckige Formen mit 1—2 Chrysochromplatten. Bewegliche Zellen nackt oder von Gallerte oder schalenartigen Hüllen umgeben, einzeln oder in Colonien lebend.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Hymenomonadaceae* müssen von den *Amphimonadaceae* abgeleitet werden. Auf nahe Verwandtschaft letzterer mit dieser Familie der *Chrysomonadineae* deutet auch das Vorkommen eines Augenfleckes bei *Diplomita* Kent.

Einteilung der Familie.

A. Im geißeltragenden Zustande nackt.
  a. Teilungscysten keine bestimmt geformten Complexe bildend . . . . . 1. **Wysotzkia.**
  b. Teilungscysten blasen- oder scheibenförmige Complexe bildend.
    α. Gallertcolonien blasenförmig freischwimmend . . . . 2. **Phaeocystis.**
    β. Gallertcolonien scheibenförmig, mit langen, fadenförmigen Gallertanhängseln, auf Algen festsitzend . . . . 3. **Naegeliella.**
B. Im geißeltragenden Zustande von einer haut- bis hornartigen, engeren oder weiteren Hülle umschlossen, (bei *Stylochrysalis* wird kein Gehäuse, sondern nur ein starrer Stiel angegeben).
  a. Einzellebend.
    α. samt Hülle freischwimmend . . . . 4. **Hymenomonas.**
    β. festsitzend.
      I. Gehäuse (wenn überhaupt vorhanden) der Zelle dicht anliegend, lang gestielt 5. **Stylochrysalis.**
      II. Gehäuse weit, von der Zelle nicht ganz ausgefüllt, nicht oder nur kurz gestielt 6. **Derepyxis.**
  b. Coloniebildend.
    α. Colonien kugelig . . . . 7. **Synura.**
    β. Colonien kettenförmig . . . . 8. **Chlorodesmus.**
C. im geißeltragenden Zustande von Gallerte umhüllt, kugelige Colonien bildend 9. **Syncrypta.**

1. **Wysotzkia** Lemm. (*Ochromonas* Wys. p. p.) (Fig. 112, *A*). Länglich bis elliptisch, stark formveränderlich, besonders am Hinterende, zuweilen sogar amöboid. Größe? Geißeln in der Ausrandung des Vorderendes. Zellen nackt. Im Hinterende oft Nahrungsvacuolen. 2 Chrysochromplatten ohne Augenfleck. 1—2 contractile Vacuolen an der Geißelbasis. Kern? Bewegung? Ernährung wohl auch tierisch. Vermehrung durch Zweiteilung im unbeweglichen Zustand. Dauerstadium?

1 Art. *W. biciliata* (Wys.) Lemm., im Süßwasser (Fig. 112 *A*).

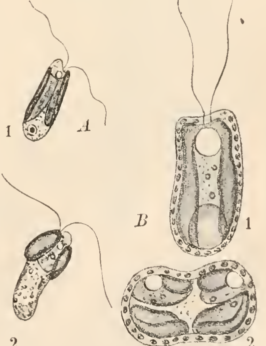


Fig. 112. *A Wysotzkia biciliata* (Wys.) Lemmerm. 1 typische Zelle. 2 metabolische Zelle. Vergr.? — *B Hymenomonas roseola* Stein. 1 freie Zelle, 2 Teilung (1000/1). (*A* nach Wysotzki (1887); *B* nach Klebs (1892).)

2. **Phaeocystis** (Har.) Lagerh. (*Tetraspora* Pouchet) (Fig. 113). Unbewegliche Zellen kugelig, 4—8 μ groß, viele vereinigt, in Gallerte eingebettet, mehrteilige, blasenförmige, bis 2 mm große Colonien bildend. Bewegliche Zellen 5 μ groß, birnförmig, am zugespitzten Vorderende mit zwei ca. 4 × körperlangen Geißeln, wovon die eine gerade vorgestreckt, die andere quergestellt wird. Zellen ohne besondere Hülle in der Gallerte liegend. Jede Zelle mit einem Leucosintropfen. 1—4 scheibenförmige, parietale Chrysochromplatten ohne Augenfleck. Contractile Vacuolen? Kern? Die blasenförmigen Colonien treiben ohne

Eigenbewegung im Meerwasser herum. Bewegliche Zellen rasch schwimmend. Ernährung nicht tierisch. Vermehrung im geißellosen Zustand. Dauerstadium?

1 Art. *Ph. Poucheti* Lagerh. (Fig. 113) marin (Plankton)*).

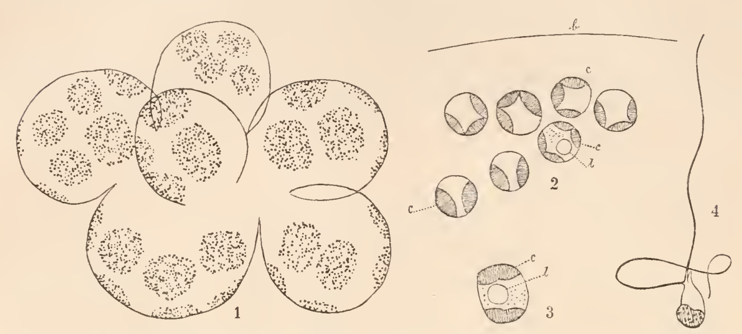


Fig. 113. *Phaeocystis Poucheti* Lagerh. 1 Blasige Colonie (40/1). 2 Lagerung der Zellen in der Gallerte, *b* äußere Begrenzung derselben, *c* Chromatophoren, *l* Leucosin (1000/1). 3 Einzelne Zelle (1000/1). 4 Geißeltragende Zelle (1000/1). (1—3 nach Lagerheim (1896); 4 nach Pouchet (1892).)

3. **Naegeliella** Correns (Fig. 114). Unbewegliche Zellen eiförmig, einschichtige bis mehrschichtige, runde oder ovale, vielzellige, dem Substrat angedrückte Scheiben bildend. Jede Zelle scheidet eine Gallertborste aus, die durch diejenigen früherer Generationen hindurchwächst. Durch Platzen letzterer entstehen unregelmäßig pinselförmige Gebilde. Zelle von 2 mehr oder weniger dicken Gallertschichten eingehüllt. Bewegliche Zellen wahrscheinlich mit zwei etwas seitlich am Vorderende entspringenden, etwa körperlangen Geißeln. Ohne Augenfleck. 1 gelapptes verbogenes Chromatophor. Pulsierende Vacuolen nicht beobachtet. Fettes Öl. Kern central. Die Zellen werden durch Verquellen der Gallerthüllen frei. Rasche, taumelnde Schwimmbewegung, Ernährung nicht tierisch, Vermehrung durch 2-Teilung, wohl nur in unbeweglichem Zustand. Dauerstadium?

1 Art. *N. flagellifera* Correns (Fig. 114), auf *Cladophora* epiphytisch, im Süßwasser.

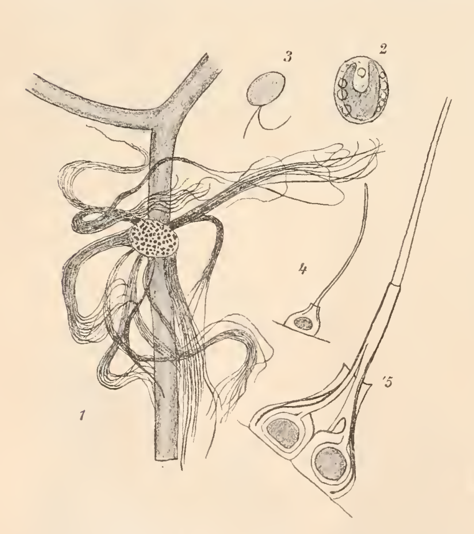


Fig. 114. *Naegeliella flagellifera* Correns. 1 Colonie auf *Cladophora*, Borsten gefärbt (30/1). 2 Einzelne Zelle der Colonie mit Chromatophor und Öltröpfchen. 3 Schwärmspore. 4 einzellige, 5 dreizellige Colonie in Profilansicht (800/1). (Nach Correns (1892).)

4. **Hymenomonas** Stein (Fig. 112, *B*). Länglich cylindrisch, am

*) A. Scherffel beschreibt neuerdings (Wissensch. Meeresuntersuchungen. Neue Folge. IV. Bd. Abt. Helgoland. Heft 1. 1900) eine *Ph. globosa* mit kugeligen Colonien, deren Zellen zwei zweilappige Chromatophoren enthalten. Die beweglichen Zellen sollen neben den beiden

breiten Vorderende häufig ausgerandet; etwas formveränderlich. Länge 14—40 μ, Breite 10—18 μ, Geißeln etwa körperlang. Zelle von enganliegender, dicker, zart bräunlicher Hülle umgeben, welche zuweilen größere Körner enthält. Im Hinterende ein Leucosinballen. Zwei Chrysochromplatten, kein Augenfleck. 1—2 contractile Vacuolen im Vorderende. Kern? Einzelnlebend, frei schwimmend. Ernährung nicht tierisch. Vermehrung im geißellosen Zustand. Dauerstadium?

1—2 Arten, z. B. *H. roseola* Stein (Fig. 112 *B*), im Süßwasser.

5. **Stylochrysalis** Stein (Fig. 115, *A*). Kugelig bis oval, ca. 10 μ groß; auf langem, steifem Gallertstiel mit scheibenförmigem Fuß festsitzend. Geißeln etwa 2 × körperlang. Periplast? Im Inneren 2 seitlich gelegene Chrysochromplatten, ohne Augenfleck.

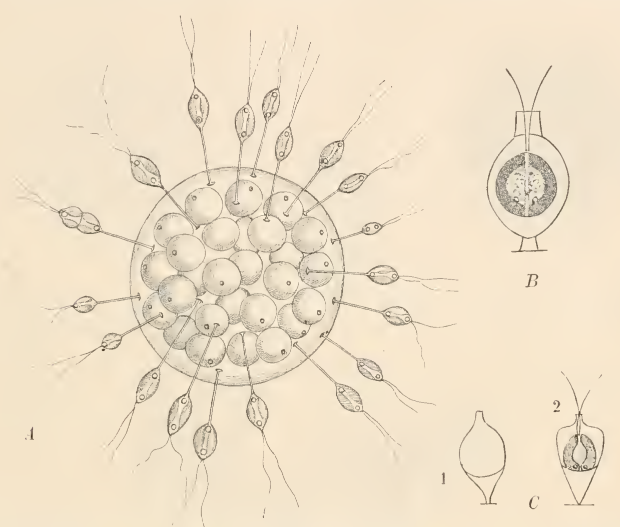


Fig. 115. *A Stylochrysalis parasitica* Stein auf *Eudorina* festsitzend (650/1). — *B Derepyxis ollula* Stokes (1000/1). — *C* 1 und 2 *Derepyxis* (*Epipyxis*) *dispar* Stokes mit quergeteiltem Gehäuse (1000/1). (*A* nach Stein (1878); *B* und *C* nach Stokes (1888).)

1 contractile Vacuole im Hinterende. Kern? Auf *Eudorina*colonien sitzend. Ernährung wohl nie tierisch. Vermehrung durch Querteilung. Dauerstadium?

1 Art. *S. parasitica* Stein (Fig. 115 *A*), im Süßwasser.

Der starke, feste Stiel deutet darauf hin, dass die Individuen von einem eng anschließenden Gehäuse umhüllt sind, das wohl von Stein übersehen wurde. In diesem Falle müssen auch die zwei gestielten Arten der Gattung *Derepyxis* Stokes hierher gerechnet werden.

6. **Derepyxis** Stokes (*Chrysopyxis* Stokes) (Fig. 115, *B* und *C*). Im allgemeinen wie *Stylochrysalis* organisiert, aber ein deutliches, kurz oder gar nicht gestieltes, kugel- bis krugförmiges, festsitzendes Gehäuse ausgebildet, das dem Flagellatenkörper nicht eng anliegt. Zuweilen wird es durch eine Querlamelle in 2 Teile geteilt (*D. dispar*). 2 contractile Vacuolen im Hinterende, Längsteilung.

---

langen Geißeln noch eine dritte, kurze Nebengeißel besitzen. Letztere Eigenschaft würde für diese Form die Gründung einer neuen Familie der *Chrysomonadineae* erfordern. Es ist aber zweifelhaft, ob *Ph. Poucheti* auch drei Geißeln besitzt. Je nachdem dies der Fall ist oder nicht, müsste sie auch in der neuen Familie untergebracht oder in der alten belassen werden.

Etwa 6 Arten, im Süßwasser, z. B. *D. ollula* Stokes (Fig. 115 *B*) und *D. dispar* Stokes (Fig. 115 *C*). Vergl. Stokes 1888.

Bei besserer Kenntnis dieser Formen müssen vielleicht einige oder alle mit *Stylochrysalis* Stein vereinigt werden.

7. **Synura** Ehbg. (*Volvox* p. p. O. F. Müller, *Uvella* Ehbg., *Glenouvella* Diesing, *Rhodoessa* Perty, *Actinoglena* Zach.) (Fig. 116, *A*). Individuen ei- bis birnförmig, mit dem zugespitzten Hinterende zu kugeligen Colonien vereinigt. Individuen bis 35 μ lang, Geißeln etwas mehr als körperlang. Periplast weich, von einer besonderen, hautartigen, kurze Borsten oder Körnchen tragenden Hülle umgeben, die von der Zelle unter Um-

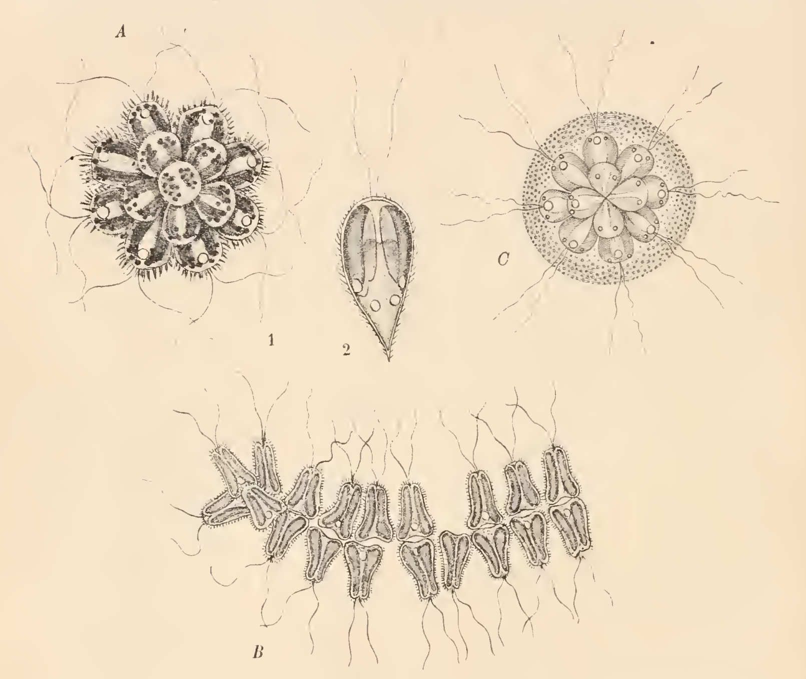


Fig. 116. *A Synura Uvella* Ehbg. 1 ca. 20 zellige Colonie; Form mit vielen Augenflecken (diese sind vielleicht der Hülle aufsitzende, schwarze Körnchen) (650/1). 2 einzelne Zelle ohne Augenfleck (750/1). — *B Chlorodesmus hispida* Philipps an einem Ende befestigte, ausgestreckte Colonie. Vergr.? — *C Syncrypta Volvox* Ehbg. (650/1). (*A* 1 und *C* nach Stein (1878); *A* 2 nach Klebs (1892); *B* nach Philipps (1882).)

ständen verlassen wird. Zuweilen (*S. Klebsiana* (Zach.) Lemm.) trägt jede Hülle zwei ca. 2 × körperlange, vorn geschlossene Kieselnadeln. Hinterende mit Leucosin erfüllt. 2 Chrysochromplatten. Kein (*Uvella* Klebs), ein (*Klebsiana*) oder viele (?) Augenflecke (*Uvella* Stein). 1—5 contractile Vacuolen im Hinterende. Kern central. Colonien frei rotierend. Ernährung holophytisch und saprophytisch. Vermehrung durch Längsteilung. Dauerstadium kugelig (nach Schmidle gestielt) mit äußerer unregelmäßiger (der früheren Körperhülle) und innerer derber Cystenhaut.

2 sichere Arten im Plankton des Süßwassers: *S. Uvella* Ehbg. (Fig. 116 *A*) und *S.* (*Actinoglena*) *Klebsiana* (Zach.) Lemmermann 1899.

8. **Chlorodesmus** Philipps. (*Philippsiella* Lemm.) (Fig. 116, *B*). Dreieckig, vorn zugespitzt, ausgerandet, hinten 2 × so breit als vorn, von der Seite gesehen oval,

mit den Hinterenden zu langen, kettenförmigen Colonien verbunden. Größe? Geißeln körperlang. In der Ausrandung des Vorderendes soll eine Mundöffnung vorhanden sein (?). Individuen von starrer, eng anliegender, kurz stachliger Hülle umschlossen. Zellen wohl durch eine contractile Masse an ihren Hinterenden mit einander verbunden. 2 bandförmige Chrysochromplatten ohne Augenflecke. Am Vorderende eine mit der Außenwelt durch einen Kanal verbundene dreieckige Zellblase. Contractile Vacuole im Hinterende. Kern? Kettenförmige Colonien mit zwei Arten der Bewegung: 1) rhythmisches Auseinanderziehen und Zusammenstoßen der Individuen einer Colonie bis auf $^1/_5$ der Länge einer gestreckten Colonie, wobei ein Ende derselben verankert ist; 2) rasches, unregelmäßiges, gegenseitiges Auf- und Zusammenklappen der einzelnen Individuen in der freischwimmenden Colonie.

1 Art. *C. hispida* Philipps (Fig. 116 *B*), im Süßwasser.

9. **Syncrypta** Ehbg. (*Synura* p. p. Kirchner) (Fig. 116, *C*). Individuen oval bis birnförmig, mit den Hinterenden zu kugeligen Colonien vereinigt, welche von einer, größere Körner enthaltenden, gemeinsamen Gallerthülle umgeben sind. Länge der Individuen 10 μ, Größe der Colonien bis 25 μ. Geißeln etwas mehr als körperlang; sie ragen aus der Gallerte hervor. Individuen innerhalb der Gallerthülle wohl ohne besondere Hülle. 2 Chrysochromplatten. 2 Augenflecke (von Kirchner wird ihr Vorhandensein bestritten). 1 contractile Vacuole vorn. Kern? Colonien frei rotierend. Ernährung nie tierisch. Vermehrung? Dauercysten mit gallertartiger Hülle.

1 Art. *S. Volvox* Ehbg. (Fig. 116 *C*), im Süßwasser.

III. Ochromonadaceae.

Mit zwei ungleichlangen Geißeln versehene, ovale bis längliche Formen mit 1 bis 2 Chrysochromplatten. Bewegliche Zellen nackt oder von Schalen oder Gallerthüllen umschlossen, häufig Colonien bildend, die festsitzen oder frei schwimmen.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Ochromonadaceae* zeigen am meisten Verwandtschaft mit den *Monadaceae*; es scheint sogar, dass die mit Augenfleck versehenen Formen jener Familie (*Monas vivipara* Ehbg. und *Anthophysa Steinii* Senn) farblos gewordene *Chrysomonadineae* sind.

Einteilung der Familie.

A. Nackt, nicht in Gehäusen lebend.
  a. Einzellebend . . . . **1. Ochromonas.**
  b. Ringförmige Colonien bildend . . . . **2. Cyclonexis.**
B. In becher- oder röhrenförmigen Gehäusen lebend.
  a. Rand des Gehäuses einfach . . . . **3. Dinobryon.**
  b. Rand des Gehäuses aus mehreren, kragenförmig ineinandergesteckten Stücken bestehend. **4. Hyalobryon.**
C. Im geißeltragenden Zustand von Gallerte umhüllt, kugelige Colonien bildend **5. Uroglena.**

1. **Ochromonas** Wysotzki (Fig. 117). Oval, birnförmig bis länglich, deutlich amöboid. Länge 8—24 μ, Breite 5—15 μ. Eine Geißel 1—2 mal, die andere höchstens $^1/_3 \times$ körperlang. Mundstelle an der Geißelbasis. Periplast als zarte Hautschicht ausgebildet; diese meist glatt, selten warzenförmig (*crenata*) und dann der Gallertausscheidung fähig. Im Plasma Fett, Nahrungsballen und Leucosin vorhanden. 1—2 Chrysochromplatten meist mit einem Augenfleck. 1 contractile Vacuole vorn. Kern central. Frei rotierende Schwimmbewegung, zuweilen mit dem Hinterende festsitzend (*O. tenera*). Aufnahme fester Nahrung durch Nahrungsvacuolen am Vorderende. Vermehrung durch Längsteilung im beweglichen und ruhenden Zustand. Dauerstadium?

7 Arten, z. B. *O. mutabilis* Klebs (Fig. 117 *A*), *O. crenata* Klebs (Fig. 117 *B*) im Süßwasser. Vgl. Meyer 1897.

2. **Cyclonexis** Stokes (Fig. 118). Einzelindividuen länglich keilförmig, nach vorn verbreitert. 10—20 Individuen liegen einander seitlich an und bilden eine ringförmige

Colonie. 11—14 μ lang. Die eine Geißel 1 ×, die andere etwa $^1/_2$ × körperlang. Periplast zart, keine besondere Hülle. 2 bandförmige Chrysochromplatten. Augenfleck

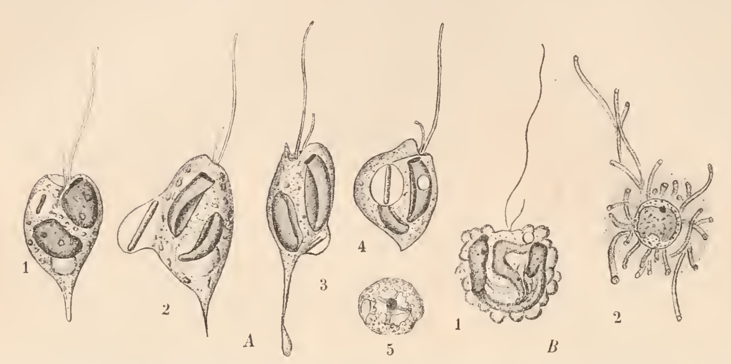


Fig. 117. *A Ochromonas mutabilis* Klebs. 1 typische Zelle. 2—4 Wanderung der Nahrungsvacuole und Formveränderung (2000/1). 5 fixierte und gefärbte Zelle mit Kern und Plasmasträngen (1000/1). — *B Ochr. crenata* Klebs 1 typische bewegliche Zelle. 2 Gallertausscheidung nach Behandlung mit Methylenblau (1000/1). (*A* Original; *B* nach Klebs (1892).)

fehlt. 2 contractile Vacuolen in der vorderen Körperhälfte. Kern? Colonien rotieren frei. Ernährung wohl nie tierisch. Wohl Längsteilung. Dauerstadium?

1 Art. *C. annularis* Stokes (Fig. 118), im Süßwasser (Torfsümpfe).

3. **Dinobryon** Ehbg. (*Epipyxis* Ehbg., *Dinobryopsis* Lemm.) (Fig. 119, *A* und *B*). Länglich, spindelförmig, mit dem fein ausgezogenen, oft contractilen Hinterende im Grunde eines becher- bis vasenförmigen, oben offenen, zuweilen gestielten Gehäuses sitzend, das Cellulosereaction giebt. Einzeln lebend oder oft mit anderen vereinigt, zierliche buschförmige Colonien bildend, indem sich jeweilen die Tochterzellen am inneren Rande des Gehäuses der Mutterzelle festsetzen. Individuen etwa 13 μ lang; Länge der Gehäuse 21—118 μ. Die eine Geißel etwa 1 mal, die andere kaum $^1/_4$ körperlang. Periplast zart, erlaubt kleine Formveränderungen des Körpers. Hinterende mit großem Leucosinballen. Zwei Chrysochromplatten, eine mit Augenfleck. 2 contractile Vacuolen etwa in der Körpermitte. Kern central. Festsitzend oder samt den Gehäusen frei umherschwimmend, zum Teil Planktonorganismen. Ernährung wohl nie tierisch. Vermehrung durch Längsteilung innerhalb der Gehäuse. Dauercysten kugelig mit verkieselter Membran, am Rand der Gehäuse sitzend.

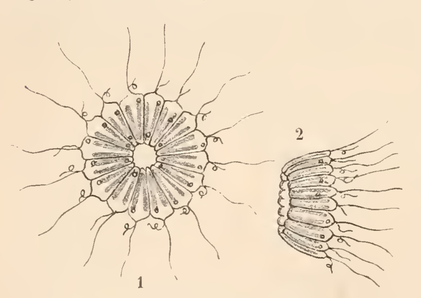


Fig. 118. *Cyclonexis annularis* Stokes. 1 Colonie von vorn, 2 von der Seite (750/1). (Nach Stokes (1888).)

8 sichere, z. B. *D. Sertularia* Ehbg. (Fig. 119 *A*) und *D. utriculus* (Stein) Klebs (Fig. 119 *B*), daneben noch etwa 10 unsichere Arten oder Varietäten; im Süßwasser.

In neuerer Zeit wurden viele Formen als Arten oder Varietäten beschrieben, deren Unterschiede auf der Gestalt des Gehäuses oder auf dem Habitus der ganzen Colonie beruhen. Die Gestalt der Gehäuse zeigt überall allmähliche Übergänge, doch ist es möglich, die Haupttypen herauszugreifen und als Arten zu bezeichnen. Der Habitus der Colonie wird allerdings zunächst durch die Gestalt der Gehäuse bedingt; andererseits wird er bei ein und

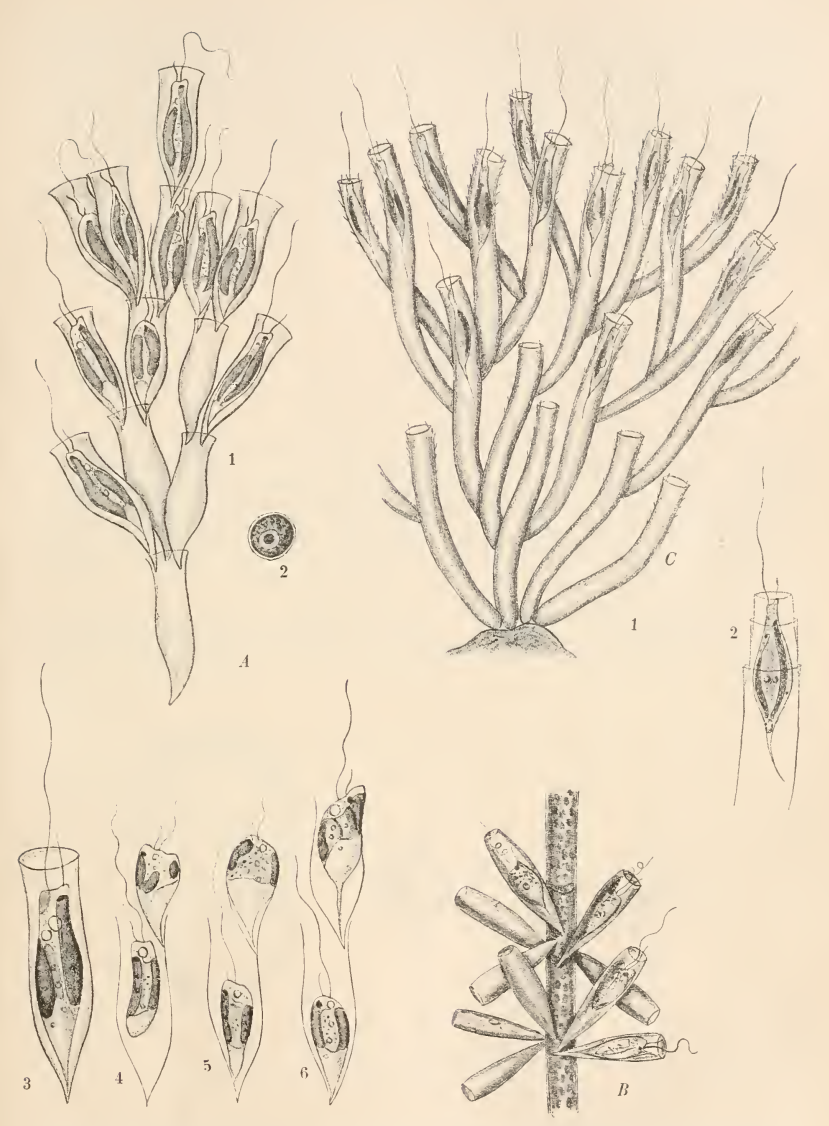


Fig. 119. *A Dinobryon Sertularia* Ehbg. 1 freischwimmende Colonie (1000/1). 2 Dauercyste mit bläschenförmigem Kern (1000/1). 3 Einzelindividuum (1300/1). 4—6 Teilung und Gehäusebildung (1000/1). — *B Din. (Epipyxis) utriculus* (Stein) Klebs (650/1). — *C Hyalobryon ramosum* Lauterb. 1 festsitzende Colonie (900/1). 2 Einzelindividuum. Bau des Gehäuserandes. (*A* 1 und 2 Original; 3—6 nach Klebs (1892); *B* nach Stein (1878); *C* nach Lauterborn (1899).)

derselben Gehäuseform ganz verschieden sein, und die Tochtergehäuse werden ganz verschiedene Winkel miteinander bilden, je nachdem sich das im Muttergehäuse zurückbleibende junge Teilindividuum später nicht oder noch mehrere Male teilt, d. h. je nachdem die äußeren Wachstumsbedingungen für die Individuen der unteren Gehäuse günstig sind oder nicht. Die Colonie wird demnach kurz und dicht buschig werden, im anderen Falle schmal und schlank. Zudem wird es wohl auch von äußeren Bedingungen abhängen, wie weit oben im Muttergehäuse die Tochterzellen sich festsetzen. Auch diese Insertionshöhe ist für die Winkel, welche die Tochtergehäuse mit einander bilden, bedingend. Die Gestalt der Gehäuse ist daher für die Artsystematik allein maßgebend, obgleich dieselben wahrscheinlich unter verschiedenen äußeren Einflüssen auch nicht gleichmäßig ausgebildet werden, ähnlich wie sich die Gestalt des Zellkörpers von *Ceratium tripos* äußeren Einflüssen anpasst.

Außer *D. undulatum* Klebs, *spiralis* Iwanoff (freischwimmend) und *utriculus* (Ehbg.) Klebs sind zu unterscheiden:

1. *Sertularia* Ehbg. (*thyrsoideum* Chodat, *protuberans* Lemmermann) mit hinten kurz zugespitztem, vorn erweitertem Gehäuse.
2. *stipitatum* mit fein zugespitztem Gehäuse.
3. *elongatum* (*bavaricum*) Imhof mit lang gestieltem Gehäuse.
4. *Bütschlii* mit vorn sich verengerndem Gehäuse.
5. *cylindricum*, (*undulatum*, *angulatum*, *divergens*, *Schauinslandii*) mit meist cylindrischem Gehäuse, dessen Seiten eckige oder wellige Contouren zeigen.

4. **Hyalobryon** Lauterb. (Fig. 119, *C*). Spindelförmig, vorn halsartig verlängert, schief abgestutzt, oft peristomartig ausgehöhlt. Hinterende mit langem Schwanzfaden, seitlich im Vorderende von hyalinen, röhrigen, gebogenen, festsitzenden Gehäusen lebend, deren Außenrand durch mehrere kragenartig ineinander gesteckte Ringe gebildet wird. Tochtergehäuse an der Außenseite der Muttergehäuse befestigt. Individuen mit dem Schwanzfaden 30 μ lang (dieser 12 μ), 4—5 μ breit. Gehäuse 50—55 μ lang, 6—7 μ breit. Organisation wie bei *Dinobryon*. Colonien festsitzend. Ernährung wohl nie tierisch. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *H. ramosum* Lauterb. (Fig. 119 *C*) im Süßwasser.

5. **Uroglena** Ehbg. (Fig. 120). Oval bis birnförmig, am Hinterende zugespitzt, in einen wohl röhrigen, feinen Stiel übergehend. Mit Hilfe dieser Stielbildung und reich-

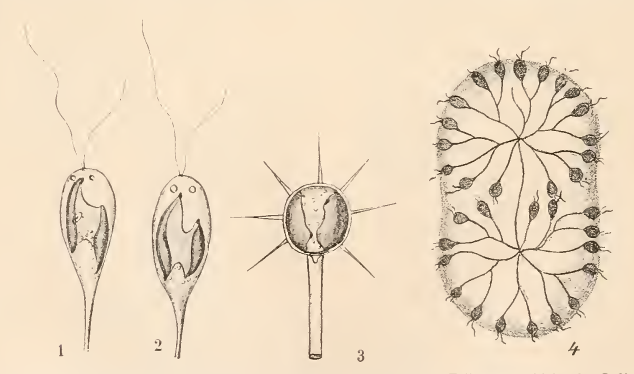


Fig. 120. *Uroglena Volvox* Ehbg. 1 ungeteiltes Individuum. 2 sich zur Teilung anschickendes Individuum mit Neubildung eines Augenflecks. 3 ganz entwickelte Spore mit Borsten und 2 Augenflecken. 4 Colonie in Teilung (200/1). (1—3 (1000/1) nach Iwanoff (1899); 4 nach Zacharias (1895).)

licher Gallertausscheidung Bildung von kugeligen Colonien, an deren Peripherie die Individuen radial geordnet liegen. Stiele im Inneren der Kugel zusammenhängend, unregelmäßig dichotom verzweigt. Colonien 40—290 μ groß. Länge der Individuen 14 bis 18 μ, Breite 10—12 μ. Die eine Geißel ca. 1 ×, die andere ca. 2 × körperlang.

Ein schraubig verlaufender gelber Chromatophor, welcher am Vorderende einen stabförmigen Augenfleck trägt. 1 contractile Vacuole vorn, Kern central. Bewegung der kugeligen Colonien frei rotierend. Ernährung wohl nie tierisch. Vermehrung der Individuen durch Längsteilung. Teilung der Colonien durch Einschnürung. Bildung von Dauersporen mit fester, mit Stacheln und einem röhrenartigen Stiel versehener Membran. Während der Sporenbildung tritt häufig Zellteilung (keine Copulation) ein.

1 Art. *U. Volvox* Ehbg. (Fig. 120), im Süßwasser (Plankton).

Cryptomonadineae

von

G. Senn.

Mit 12 Einzelbildern in 3 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1900.)

Wichtigste Litteratur. Bütschli, O., 1878. — Cienkowski, L., Palmellaceen und Flagellaten. (Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI. 1870). — Dangeard, P. A., 1889. — Ehrenberg, 1838. — Fisch, F., 1885. — Hansgirg, A., 1886 und 1892. — Jennings, H. S., 1900. — Karsten, G., Rhodomonas baltica. (Wissensch. Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Bd. III. Heft 2. 1898). — Klebs, 1892. — Perty, 1852. — Schmidle, W. 1899. — Stein, F., 1878. — Strasburger, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. (Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XII. 1878. S. 451.)

Merkmale. Zwei gleich lange Geißeln, die unterhalb des Vorderendes in einer Mulde entspringen, welche sich in eine schlundartige, mit Körnchen ausgekleidete Höhlung fortsetzt. Periplast hautartig. Körper abgeplattet eiförmig, nur schwach formveränderlich. Meist 1—2 contractile Vacuolen im Vorderende, die aber nicht zu einem System vereinigt sind.

Organisation. Ovale bis längliche Organismen. Starr oder nur schwach formveränderlich. Am vorderen schief abgestutzten Ende eine leichte Ausrandung, welche zu einer geschlossenen, schlundartigen Höhlung führt, deren oberer Teil glatt, deren unterer mit Körnern (wohl plasmatischer Natur), wie gepflastert erscheint. Dieses Organ dient wohl zur Aufnahme der im Wasser gelösten Stoffe, nicht fester Nahrung. Im vorderen Teile des Schlundes entspringen zwei gleiche, etwa körperlange Geißeln. Farblos oder mit 1—2 plattenförmigen Chromatophoren von verschiedener Farbe. Als Stoffwechselprodukt tritt Stärke auf, die nach Fisch an kleinen Stärkebildnern entsteht, ähnlich wie bei den höheren Pflanzen. Frei rotierende Bewegung meist mit dem Vorderende, zuweilen auch mit dem Hinterende voran. Vermehrung durch Längsteilung in frei beweglichem oder gallertumhülltem Zustand. Ernährung holophytisch und saprophytisch.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Cryptomonadineae* haben sich wohl auch aus den *Protomastigineae*, speziell aus *Amphimonadacea* entwickelt. Mit *Cyathomonas* hat die Familie viele Ähnlichkeit (2 Geißeln, starrer zusammengedrückter Körper), weshalb Bütschli *Cyathomonas* auch zu den *Cryptomonadineae* stellt. Wegen der tierischen Ernährung und des Fehlens des typischen Schlundes und der Stärke ist sie wohl besser als weit specialisierte Form bei den *Amphimonadaceae* zu lassen. Der Besitz von Chromatophoren und einfacher contractiler Vacuolen coordiniert die *Cryptomonadineae* den *Chrysomonadineae*, während die Bildung von Stärke ihnen eine ganz besondere Stellung anweist und auf Verwandtschaft mit den grünen Algen und den *Dinoflagellaten* hinweist. Auch die Bildung einer Cellulosehaut bei Dauerstadien (Strasburger 1878 und Dangeard

1889), würde diese Formen den grünen Algen nähern; bisher sind jedoch keine wirklichen Übergänge beobachtet worden.

Einteilung der Unterordnung. Die beiden hierher gehörenden sicheren Gattungen unterscheiden sich nur durch das Vorhandensein oder Fehlen der Farbstoffplatten. Obwohl dieser Unterschied nicht immer zur Aufstellung einer besonderen Gattung berechtigt (*Euglena*), so ist hier eine Verschmelzung der beiden Gattungen nicht geboten, da die Chromatophoren von *Cryptomonas* immer typisch ausgebildet sind. Bei *Chilomonas* und *Botryomonas* wird trotz dem Fehlen der Assimilation Stärke gebildet.

Die *Chroomonas* ist eine typische *Cryptomonas* mit Schlund und zwei, allerdings blaugrünen Chromatophoren. *Rhodomonas* Karsten mag vorläufig als selbständige Gattung angeführt werden, da sie nur einen Chromatophor besitzt; auch ist nicht bekannt, ob sie Stärke bildet. *Botryomonas* Schmidle scheint mir keine *Spongomonadee*, sondern eine *Cryptomonadine* zu sein (Stärke als Stoffwechselprodukt); es kamen wahrscheinlich nur Dauercysten zur Untersuchung (Membran mit Cellulosereaction, lamellöse Gallertstöcke wie in Fig. 123, *A*).

A. ohne Chromatophoren.
  a. ohne gallertumhüllte Zustände . . . . **1. Chilomonas.**
  b. baumförmige, lamellöse, dichotom verzweigte Gallertstöcke bildend **2. Botryomonas.**
B. mit 1—2 Chromatophoren.
  a. zwei chlorophyll- oder spangrüne bis braune Chromatophoren . . **3. Cryptomonas.**
  b. ein florideenroter Chromatophor . . . . **4. Rhodomonas.**

1. **Chilomonas** Ehbg. (? *Cyclidium* p. p. O. F. Müller, *Plagiomastix* p. p. Diesing, *Zygoselmis* Fromentel p. p.) (Fig. 121 u. 67 *A*). Länglich, vorn schief abgestutzt, hinten etwas verjüngt und zurückgekrümmt, starr. 22—39 µ lang; die etwa körperlangen Geißeln entspringen im oberen Teil des Schlundes. Dieser reicht etwa bis in die Mitte des Körpers. Periplast dünn, glatt, ziemlich fest. Im Plasma meist viele Stärkekörner. 1 contractile Vacuole im Vorderende. Kern bläschenförmig mit dicker Kernmembran, vielleicht auch mit Kernrindenschicht. Freischwimmende Bewegung bei bestimmter Reizung mit dem Hinterende voran (Jennings). Ernährung ausschließlich saprophytisch. Vermehrung durch Längsteilung im frei beweglichen Zustand. Kugelige Dauercysten durch Contraction des Inhaltes und Neubildung einer starken Membran; der frühere Periplast umgiebt die Cyste als faltige Haut (Fisch).



Fig. 121. *Chilomonas Paramaecium* Ehbg. 1 freischwimmende Zelle (1000/1). 2 fixiert und gefärbt mit Kern und Plasmaverteilung (1200/1). 3 Vorderende mit Schlund und contr. Vacuole und zwei Kernen (1200/1). (1 und 2 Originale. 3 nach Fisch (1885).)

1 Art. *Ch. Paramaecium* (Fig. 121 und 67 *A*) im Süßwasser.

2. **Botryomonas** Schmidle. (Fig. 122). Eiförmig bis elliptisch, im Ende von dichotomen, becherförmig ausgehöhlten, aus Lamellen bestehenden Gallertstöcken lebend, deren

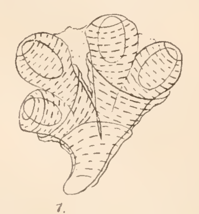




Fig. 122. *Botryomonas natans* Schmidle. 1 Becher mit tütenförmigen Häuten (650/1). 2 freischwimmende, durch Druck etwas ausgebreitete Colonie (300/1). (Nach Schmidle (1899).)

Substanz äußerst widerstandsfähig und durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt ist. Länge der Zellen 10—12 μ. Wohl 2 Geißeln am Vorderende. Mundstelle nicht beobachtet. Periplast giebt Cellulosereaction. Im Plasma, parietal gelegen, kleine Stärkekörner. Contractile Vacuole? Kern vorn. Colonien ursprünglich festsitzend, später schwimmend. Ernährung wohl nur saprophytisch. Längsteilung. Dauerstadium?

1 Art. *B. natans* Schmidle (Fig. 122), im Süßwasser.

3. **Cryptomonas** Ehbg. (*Chilomonas* Bütschli 1878, *Chroomonas* Hansg. 1892) (Fig. 123 *A*). Gestalt und Organisation im Allgemeinen wie bei *Chilomonas*, Länge 23—63 μ. Plasma bei *Cr. erosa* nach Dangeard zuweilen durch ein Pigment violett gefärbt. Zwei wandständige, schalenartige, chlorophyll- oder spangrüne, gelbe oder braunviolette Chro-

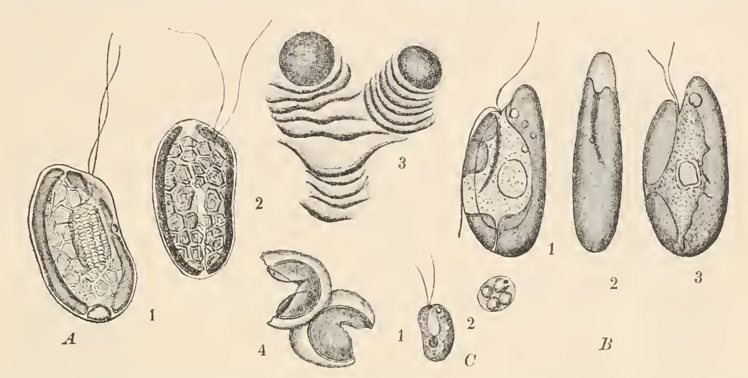


Fig. 123. *A Cryptomonas erosa* Ehbg. 1 stark lichtbrechender Körper am Hinterende (1000/1). 2 Chromatophoren (1000/1). 3 Dauerzellen mit Gallertausscheidung (300/1). 4 entleerte Dauercysten (300/1). — *B Rhodomonas baltica* Karsten. 1 nach lebendem Material, gelappter Chromatophor (1000/1). 2 Schmalseite (1000/1). 3 nach fixiertem Material (1000/1). — *C Cr.* (*Chroomonas*) *Nordstedtii* (Hansg.) Senn. 1 freischwimmendes Individuum (1000/1). 2 Teilungscyste(1000/1). (*A* Originale; *B* nach Karsten (1898); *C* nach Hansgirg (1886).

matophoren. Innerhalb derselben meist ovale bis sechseckige, plattenförmige Stärkekörner gelagert; außerdem noch im Hinterende und unterhalb der Schlundöffnung (außerhalb der Chromatophoren), je ein stark lichtbrechender eckiger Körper (Paramylon?), 2 contractile Vacuolen am Vorderende. Kern bläschenförmig in der hinteren Körperhälfte. Freie Schwimmbewegung; zuweilen mit dem Hinterende voran. Ernährung holopytisch und saprophytisch. Vermehrung durch Längsteilung in frei beweglichem(?) (Dangeard) oder in gallertumhülltem Zustand. Dauercyste oval bis rund mit derber Cellulosemembran. Häufig teilen sich die Zellen mehrere Male hintereinander, ohne beweglich zu werden, und bilden dann große Gallertmassen, die aus ineinander geschachtelten Lamellen bestehen. Zuweilen entstehen infolge von einseitiger Gallertausscheidung dicke, oft verzweigte Gallertstämme, an deren freien Enden die Zellen sitzen.

4 gut unterschiedene Arten im Süßwasser und marin; z. B. *erosa* Ehbg. (Fig. 123 *A*) und *C. Nordstedtii* (Hansg.) Senn (Fig. 123 *C*).

4. **Rhodomonas** Karsten (Fig. 123 *B*). Unterscheidet sich von voriger Gattung durch den Besitz eines einzigen, am Rande eingeschnittenen, florideenroten Chromatophors und einer Vacuole, die aber als bei einer marinen Form keine Contractionen zeigt. Stärke? Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *R. baltica* Karsten (Fig. 123 *B*).

Nach Bütschli 1883—1885 gehören die von Brandt (Mitteil. d. zool. Stat. Neapel, 1883, S. 242) beschriebenen gelben Schwärmer in die Nähe von *Cryptomonas*. Gestalt und Begeißelung stimmt; das von Brandt angegebene Pyrenoid ist wahrscheinlich wie bei *Chroomonas* Hansg., der auch bei *Cryptomonas* vorkommende stark lichtbrechende Körper (Paramylon?)

Chloromonadineae

von

G. Senn.

Mit 18 Einzelbildern in 2 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1900.)

Wichtigste Litteratur. Bohlin, K., 1897. — Cienkowski, L., Palmellaceen und einige Flagellaten. (Arch. f. mikr. anat. Bd. VI, 1870). — Dangeard, P. A., Mémoire sur les Algues. (Le botaniste 1ère série. Caen 1889). — Klebs, G., 1892. — Lauterborn, R., Protozoenstudien IV. (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. LXV. 1899). — Luther, Über Chlorosaccus. (Bihang til kongl. svenska vet. akad. Handlingar Bd. XXIV, Afd. III. No. 13. 1898). — Mereschowski, Protozoen des nördl. Russland. (Arch. f. mikr. anat. Bd. XVI. 1878—1879). — Stein, F., 1878. — Stokes, A., 1888.

Merkmale. Zellen meist mit bestimmtem, aber sehr zartem Periplast; mehr oder weniger metabolisch, meist mit zahlreichen, ovalen bis rund scheibenförmigen Chlorophyllkörnern; ohne Augenfleck. Stoffwechselprodukt fettes Öl. System von 2—3 contractilen Vacuolen am Vorderende. Ernährung holophytisch und saprophytisch, wohl nie tierisch (bei *Thaumatomastix* unsicher). Vermehrung durch Zweiteilung in Ruhe, zuweilen in dicken Gallerthüllen. Ruhezellen kugelig von einer dichteren Cystenhaut oder weiter Gallerthülle umgeben.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Chloromonadineae* müssen von *Monas*- oder *Bodo*-ähnlichen Formen abgeleitet werden, die scheibenförmige Chlorophyllkörner, jedoch keinen Augenfleck gebildet haben. Wenn es wirklich eingeißelige Formen giebt, so müssten diese von *Oicomonas*-artigen Formen hergeleitet werden. Die absonderliche, mit Borsten versehene und zuweilen Pseudopodien bildende, farblose Form *Thaumatomastix* Lauterb. schließt sich in der Ausbildung von Periplast, Geißeln und contractilen Vacuolen trotz dem Mangel an Chlorophyll eng an die *Chloromonadineae* an. Sie ist wohl von einer mit Chromatophoren ausgerüsteten Form dieser Flagellatengruppe abzuleiten und hätte die Fähigkeit der Pseudopodienbildung unter Verlust der Chromatophoren secundär erworben. — Die *Chloromonadineae* haben nach Luther 1898 zu einigen Grünalgen (speciell zu *Chlorosaccus* Luther und zu den Schwärmsporen von *Conferva* und *Botrydiopsis*) nahe Beziehungen; sie scheinen mir jedoch schon zu sehr differenziert, als dass sie direkt als Stammformen dieser Algen angesehen werden könnten.

Einteilung der Unterordnung. Die Systematik dieser ziemlich gleichförmigen Gruppe ist noch unsicher. Gute Gattungen sind *Vacuolaria* Cienk., *Chloramoeba* Lagerh., *Rhaphidomonas* Stein und *Thaumatomastix* Lauterb., während *Coelomonas* Stein wahrscheinlich mit *Vacuolaria* und die unsichere Gattung *Merotricha* Mereschowsky mit *Raphidomonas* vereinigt werden müssen.

A. 2 Geißeln.
- a. Geißeln ungleich, die eine mehr als körperlang, die andere sehr kurz **3. Chloramoeba.**
- b. Geißeln fast gleich lang.
  - α. nie Pseudopodien bildend, mit Chromatophoren.
    - I. in der äußeren Plasmaschicht stark lichtbrechende, trichocystenartige Gebilde. **4. Rhaphidomonas.**
    - II. ohne solche Organe . . . . **1. Vacuolaria.**
  - β. auf der Bauchseite Pseudopodien bildend, farblos . . . . . **6. Thaumatomastix.**

B. 1 Geißel.
- a. am Vorderende mit Trichocysten . . . . **5. Merotricha.**
- b. ohne solche Organe . . . . **2. Coelomonas.**

1. **Vacuolaria** Cienk. (*Trentonia* Stokes, ?*Coelomonas* Stein, *Anisonema viridis* Dangeard) (Fig. 124 *A* u. *B*). Eiförmig bis rundlich oder birnförmig, metabolisch. Länge

56—138 μ. Am Vorderende entspringen in einer becherförmigen Vertiefung zwei fast körperlange Geißeln, wovon die eine bei der Bewegung gerade ausgestreckt wird, die andere dem Körper anliegend hin und her pendelt. Periplast zart, homogen, leicht zerfließend, einer Plasmaalveolarschicht anliegend; die Zelle scheidet auf äußere Reize hin leicht zarte Gallerte aus. Inhalt durch ovale bis rund scheibenförmige Chlorophyllkörner hellgrün gefärbt. Dazwischen kleine Öltröpfchen. Vacuolensystem vorn, aus 1—2 pulsierenden Vacuolen bestehend. Aus zahlreichen Bläschen wird eine Vacuole gebildet; dieselbe verschmilzt mit 1—2 anderen und wird dann durch den vom inneren Druck vorgewölbten Periplast hindurch nach außen, immer an derselben Stelle, entleert, wobei die Plasmahaut einsinkt. In der vorderen Körperhälfte der große, feinkörnige Kern, nach

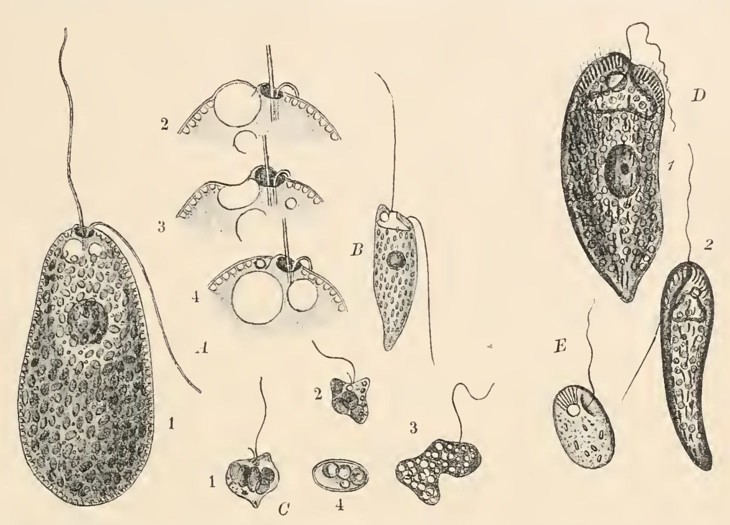


Fig. 124. *A Vacuolaria virescens* Cienk. 1 freischwimmendes Individuum (750/1). 2—4 Vorderende mit der Vacuolenthätigkeit. — *B Vac.* (*Trentonia*) *flagellata* (Stokes) Senn (400/1). — *C Chloramoeba heteromorpha* Bohl. 1 und 2 Individuen mit Chlorophyllkörnern, in 2 der centrale Kern sichtbar. 3 farbloses Individuum. 4 Ruhezelle (Vergr.?) — *D Rhaphidomonas semen* (Ehbg.) Stein. 1 Dorsalseite (650/1). 2 seitlich gesehen (650/1). — *E Merotricha bacillata* Meresch. (Vergr.?) (*A* Original; *B* nach Stokes (1888); *C* nach Bohlin (1897); *D* nach Stein (1878); *E* nach Meresch. (1879).)

Klebs (1892) mit 1 größeren und 1 kleineren Binnenkörper. Vordere Zellhälfte schwächer gefärbt, wohl wegen des Vorhandenseins einer Art von Zellsaftraum. Ruhig rotierende Schwimmbewegung. Ernährung wohl nie tierisch. Vermehrung durch Zweiteilung (Längs oder Quer?) innerhalb dicker Gallerthüllen. Dauerstadium kugelig, in dicken Gallerthüllen.

Ca. 3 Arten im Süßwasser; bestbekannte Art: *V. virescens* Cienk. (Fig. 124 *A*); *V. flagellata* (*Trentonia* Stokes 1888) Senn (Fig. 124 *B*) ist der Körperform nach eher *Rhaphidomonas semen* Stein ähnlich, hat aber keine Trichocysten.

2. **Coelomonas** Stein. Zweifelhafte Gattung. Wie *Vacuolaria*, aber nur mit einer Geißel; auf der sogen. Bauchseite zieht sich vom Vorderende eine peristomartige Längsfalte nach hinten.

Stein hat wohl die zweite, dem Körper anliegende Geißel übersehen, wie er letztere bei *Rhaphidomonas* auch nur in zwei Abbildungen wiedergiebt; die Gattung *Coelomonas* Stein ist also wahrscheinlich ganz aufzugeben.

3. **Chloramoeba** Lagerh. (Fig. 124 *C*). Kugelig bis breit elliptisch, auch während der Fortbewegung amöboid. Größe? 2 Geißeln am Vorderende; die eine $1^1/_2$—2mal

körperlang, die andere sehr kurz. Periplast zart. Zellen oft ganz mit Öltröpfchen erfüllt. 2—6 rund scheibenförmige, gelbgrüne Chromatophoren. An der Geißelbasis eine contractile, daneben eine nicht contractile Vacuole. Kern bläschenförmig central. Frei schwimmende Bewegung. In organischen Nährlösungen im Dunkeln kultiviert, wird sie farblos. Teilung wohl nicht in Gallerthüllen. Ruhezellen oval mit festerem Periplast.

1 Art. *C. heteromorpha* Bohlin (Fig. 124 *C*), im Süßwasser.

4. **Rhaphidomonas** Stein. (*Monas semen* Ehbg., *Gonyostomum* Diesing) (Fig. 124 *D*). Eiförmig, walzenförmig oder rund, dann stark zusammengedrückt, am Vorderende etwas ausgerandet. Wenig metabolisch. Größe ca. 40 μ. — 2 fast körperlange, am Vorderende entspringende Geißeln, wovon die eine bei der Bewegung nachgeschleppt wird. Wohl nur eine contractile Vacuole mit Ausfuhrkanal; von Stein wird ein halbmondförmiges Reservoir quer im Vorderende angegeben. Inhalt wie bei *Vacuolaria*, aber im Periplast zahlreiche, stark lichtbrechende Stäbchen eingestreut, welche bei Reizung längere oder kürzere, rasch verquellende Fäden ausscheiden, somit als Trichocysten aufgefasst werden müssen. (Vergl. Iwanoff, Bullet. des Natur. de Moscou 1899 No. 4.)

2 Arten. *R. semen* Stein (Fig. 124 *D*), *R.* (*Vacuolaria*) *depressa* Lauterb. im Süßwasser. *Merotricha bacillata* Meresch. zu wenig charakterisiert, gehört wahrscheinlich auch hierher.

5. **Merotricha** Meresch. (Fig. 124 *E*). Zweifelhafte Gattung. Oval, mit seitlicher Grube, worin eine etwa $1\frac{1}{2} \times$ körperlange Geißel entspringt. Am Vorderende zahlreiche Stäbchen im Periplasten, die nach vorn gerichtet sind, ähnlich den Trichocysten. Contractile Vacuole vorn, Zelle grün, mit langen Paramylonkörnern (?). Größe?

1 Art. *M. bacillata* (Fig. 124 *E*), im Süßwasser.

Thaumatomastix Lauterb. (Fig. 125). Oval, dorsiventral stark zusammengedrückt. Länge 20—35 μ, Breite 16—28 μ. Zwei Geißeln, wovon die eine, etwa körperlange,

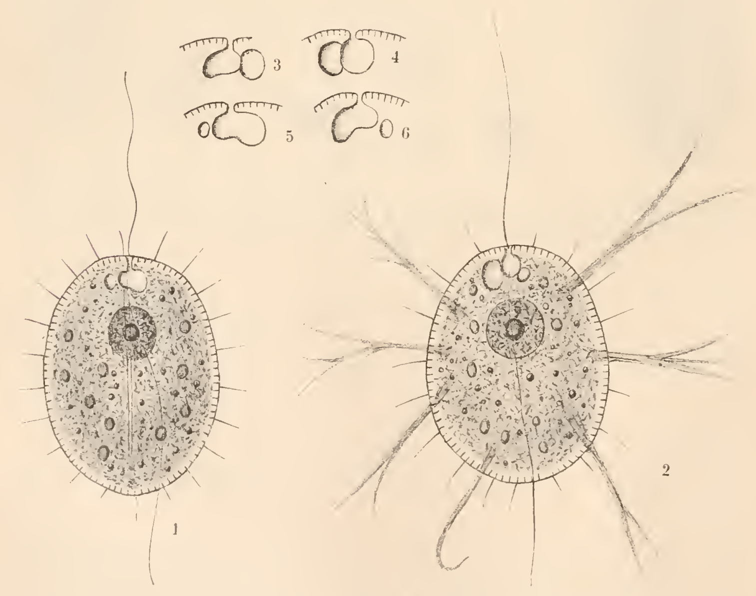


Fig. 125. *Thaumatomastix setifera* Lauterb. 1 Ventralseite mit Rinne für die Schleppgeißel (1200/1). 2 Dorsalseite. Von der Ventralseite strahlen Pseudopodien aus (1200/1). 3—6 Vacuolenthätigkeit. (Nach Lauterborn (1899).)

nach vorn, die andere, $1\frac{1}{2} \times$ körperlange in einer Rinne als Schleppgeißel nach hinten gestreckt wird. Mundöffnung fehlt wohl. Periplast zart, darunter deutliche Alveolarschicht ausgebildet; zahlreiche, kurze, radiär gestellte Borsten tragend. Das Vacuolensystem besteht aus einer Blase, die durch einen Porus nach außen mündet, in welche sich wechselweise die beiden seitlichen Vacuolen entleeren. Kern kugelig mit Binnenkörper und fein wabiger Kernsaftzone, etwas vor der Körpermitte gelegen. Langsam kriechende Bewegung, zuweilen durch ruhiges Liegen unterbrochen, wobei von der Ventralseite rasch zarte Pseudopodien ausgesandt und ebenso rasch wieder eingezogen werden. Feste Nahrung wohl auf diese Weise aufgenommen. Vermehrung? Dauerzustand?

1 Art. *Th. setifera* Lauterb. (Fig. 125), im Süßwasser.

Euglenineae

von

G. Senn.

Mit 44 Einzelbildern in 11 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1900.)

Wichtigste Litteratur. Bütschli, O., 1878 und 1883—1885. — Carter, H. J., Notes on the freshwater infusoria of the island of Bombay. (Ann. mag. nat. hist. Ser. 2. Bd. XVII. 1856). — Clark, J., 1868. — Dangeard, P. A., 1889. — Dujardin, 1841. — Ehrenberg, Chr. G., Zur Kenntnis d. Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. (2. und 3. Beitrag. Berliner Akad. 1832 und 1834). — Derselbe, 1838. — Entz, G., 1883. — Fisch, F., 1885. — Fischer, A., 1894. — Francé, R., 1893. — Fresenius, G., 1858. — Fromentel, E., 1874. — Gottlieb, J., 1851. — Hübner, Euglenaceenflora v. Stralsund. (Schulprogramm. Stralsund 1886). — Keuten, J., 1895. — Khawkine, W., Rech. biol. sur l'Astasia ocellata et Eugl. vir. (Ann. Sciences nat. Zool. 6. Série. T. XIX. 1885 und 7. Série. T. I. 1886). — Klebs, G., 1883 und 1892. — Mereschowski, Studien über Protoz. d. nördl. Russl. (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI. 1878—1879). — Möbius, K., Bruchstücke e. Infus. Fauna d. Kieler Bucht. (Arch. f. Naturgesch. v. Wiegmann. 54. Jahrg. Bd. I. 1888). — Nitzsch, C. L., Beiträge zur Infusorienkunde. (Neue Schriften d. naturf. Ges. Halle. Bd. III. 1817). — Penard, E., 1890. — Perty, M., 1852. — Schewiakow, 1893. — Schmarda, K., Kl. Beiträge zur Naturgesch. d. Infus. Wien 1846. — Schmitz, 1882 und 1884. — Seligo, 1887. — Stein, Fr., 1878. — Stokes, A., 1888.

Merkmale. 1—2geißelige Formen mit hoch entwickeltem Vacuolensystem; tief in den Körper eingesenkte Hauptvacuole und pulsierende Nebenvacuolen. Periplast fast immer als feste, häufig gestreifte Plasmamembran ausgebildet; Körper metabolisch, aber nie amöboid. Oft mit grünen Chromatophoren. Als Stoffwechselprodukte treten Paramylon und fettes Öl auf.

Organisation. Starr oder metabolisch. Am Vorderende eine oder zwei Geißeln von gleicher oder verschiedenartiger Ausbildung. Für einige (*Euglena* und *Trachelomonas*) wurde eine federartige Structur der Geißeln nachgewiesen. Sie sitzen in einer Einsenkung, die bei den tierisch sich ernährenden Arten (den *Peranemaceae*) mit einer distinkten Mundöffnung in Verbindung steht, in welcher zuweilen ein Staborgan angebracht ist. Vacuolensystem ausnahmslos am Vorderende, aus Haupt- und einer bis mehreren Nebenvacuolen bestehend, die bei ihren Pulsationen ihren Inhalt in die Hauptvacuole entleeren. Kern meist groß, wohl immer aus centralem Binnenkörper (Nucleolo-Centrosoma nach Keuten) und radial verlaufenden, dichten Chromatinfäden bestehend. Bewegung frei

schwimmend oder bei den tierisch sich ernährenden häufig kriechend. Ernährung holophytisch, saprophytisch oder tierisch. Einzeln lebend, manchmal in besonderen Gehäusen. Teilung in beweglichem oder ruhendem Zustande. Cystenbildung bei einem Teil der Formen bekannt.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *Euglenineae* bilden die am weitesten differenzierte Gruppe der Flagellaten. Durch das complicierte Vacuolensystem, den besonders ausgebildeten Kern, die meist feste Plasmamembran und durch die Bildung von Paramylon unterscheiden sie sich von allen anderen *Flagellaten*. Jedoch schließen sich einige Formen (*Scytomonas* und *Petalomonas*) durch die Zartheit des Körpers, wahrscheinlich auch durch den bläschenförmigen Kern und das noch nicht so stark ausgeprägte Vacuolensystem, *Scytomonas* auch durch die Art der Aufnahme fester Nahrung, an die *Protomastigineae*, besonders an die *Oicomonadaceae* an. Jedoch sind dies keine eigentlichen Übergangsformen. Man leitet die ganze Gruppe wohl besser von grünen und farblosen *Chloromonadineae* ab, die ihr einfacheres Vacuolensystem noch mehr differenziert und ihren Periplasten zur Plasmamembran verstärkt hätten. Mit den *Cryptomonadineae* scheint keine nähere Verwandtschaft zu existieren. Mit einzelligen tierischen und pflanzlichen Organismen haben die *Euglenineae* wenig Beziehungen. Sie müssen wegen ihrer starken Differenzierung als ein Gipfelpunkt in der Entwickelung der Flagellaten aufgefasst werden.

Die systematische Verschmelzung der grünen *Euglenaceae* mit den *Protococcoideen*, wie sie von Dangeard 1889 und Lemmermann 1899 vorgeschlagen wird, ist nur unter Missachtung aller systematisch wichtigen Organisationsverhältnisse möglich. Die Ausbildung von Chlorophyllkörpern ist das einzige Analogon, und diese Chromatophoren haben sich noch so wenig zu einem constanten Organ entwickelt, dass es möglich ist, einige Arten (besonders *E. gracilis*) je nach Belieben farblos oder grün zu züchten. Die Wurzeln der Grünalgen sind viel eher bei den noch allgemeineren Formen der *Chloromonadineae*, vielleicht auch bei *Chrysomonadineae* zu suchen.

Einteilung der Unterordnung. Die Classification kann nicht auf Zahl und Größe der Geißeln gegründet werden, da diese Organe in ihrer Ausbildung zu verschieden sind. Klebs (1892) teilt die *Euglenineae* in 3 Familien, die *Eugleniden* mit holophytischer, die *Astasiiden* mit saprophytischer und die *Peranemiden* mit tierischer Ernährung. Trotzdem dies eine physiologische Einteilung ist, entspricht sie fast durchweg den morphologischen Verhältnissen. Die *Euglenaceae* und *Astasiaceae* enthalten radiär gebaute Formen, die trotz einer Neigung zu Bilateralität eine rotierende Bewegung zeigen und sich saprophytisch, einige (*Euglenaceae*) holophytisch ernähren. Die *Peranemaceae* ernähren sich nie holophytisch, sondern hauptsächlich tierisch (wenn auch die saprophytische Ernährung wohl nie ausgeschlossen ist). Für diese Art der Ernährung sind sie stark differenziert: Bewegung meist kriechend, Körper immer bilateral, Mundöffnung oft mit Staborgan. Als Stoffwechselprodukt tritt Paramylon auf. Außerdem enthält *Sphenomonas* einen gallertartigen Ballen unbekannter Natur.

A. Radiär gebaut mit frei rotierender Schwimmbewegung; Ernährung nie tierisch.
  a. mit grünen Chromatophoren und rotem Augenfleck . . . . **I. Euglenaceae.**
  b. Völlig farblose Formen, Saprophyten . . . . **II. Astasiaceae.**
B. Bilateral gebaut, Ernährung tierisch, meist mit kriechender Bewegung (Ausnahme *Euglenopsis* und *Heteronema acus*) . . . . **III. Peranemaceae.**

I. Euglenaceae.

Radiär gebaut, trotz einer Neigung zu Bilateralität mit rotierender Bewegung. Am schief abgestutzten Vorderende ein ziemlich weiter Membrantrichter, dessen verengerter Kanal zur Hauptvacuole führt; in ihm entspringen 1—2 Geißeln. Die meisten Arten mit rotem Augenfleck und Chlorophyllkörpern. Ernährung holophytisch und saprophytisch. Stoffwechselprodukte: Paramylon und Fett. Teilung im geißellosen Zustand.

Einteilung der Familie.

A. 2 Geißeln . . . . 6. **Eutreptia.**

B. 1 Geißel.

a. Körper seitlich zusammengedrückt, auf den Breitseiten mit je einer schalenartigen Membranverdickung; 2 plattenförmige Chromatophoren. . . . . . . 7. **Cryptoglena.**

b. Körper mit allseitig gleichmäßig ausgebildeter Plasmamembran.

α. Gewöhnlich frei schwimmend.

I. Körper von tonnenartigem, meist braunem Gehäuse umgeben 3. **Trachelomonas.**

II. Körper nur von einer Plasmamembran umgeben.

1. metabolisch, fast völlig drehrund oder wenigstens nicht zweiseitig zusammengedrückt . . . . 1. **Euglena.**

2. starr, Körper plattgedrückt, seltener drehrund (*Ph. ovum*) . . . . 2. **Phacus.**

β. Gewöhnlich sessil.

I. Mit dem den Augenfleck enthaltenden Vorderende auf einem mehr oder weniger langen Gallertstiel sitzend . . . . 5. **Colacium.**

II. Mit dem Hinterende im Grunde eines vasenartigen, festsitzenden Gehäuses sitzend. 4. **Ascoglena.**

1. **Euglena** Ehbg. (*Cercaria* p. p. O. F. Müller, *Vibrio* p. p. O. F. Müller, *Enchelys* und *Closterium* (*acus*) Nitzsch, *Lacrimatoria* Bory, *Amblyophis* Ehbg., *Phacus* p. p. Duj., *Crumenula* Duj., *Microglena* Schmarda) (Fig. 126 *A*, Fig. 64 *D*, Fig. 65 *B*, Fig. 66, Fig. 67 *B*,

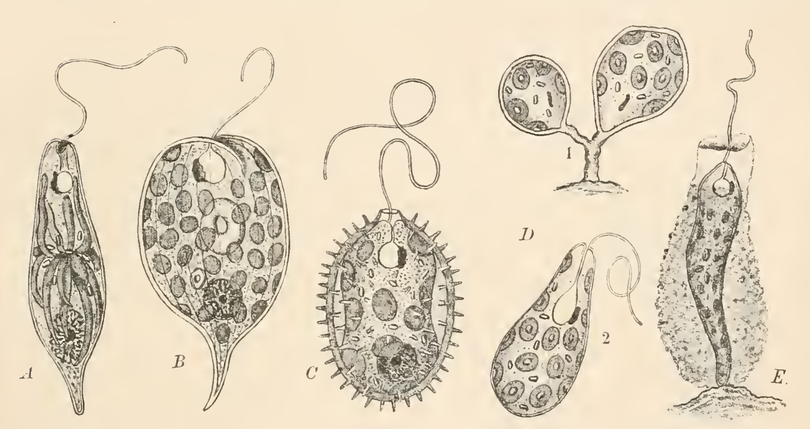


Fig. 126. *A Euglena viridis* Ehbg. — *B Phacus pleuronectes* Nitzsch, mit ringförmigen Paramylonkörnern. — *C Trachelomonas hispida* Stein. — *D Colacium vesiculosum* Ehbg. 1 festsitzend. 2 freischwimmend. — *E Ascoglena vaginicola* Stein. (*E* nach Stein (1878); die übrigen Originale. Vergr. 1000/1.)

Fig. 68). Langgestreckt spindelförmig, cylindrisch oder bandförmig, mehr oder weniger metabolisch. Länge 20—390 μ. Die Geißel entspringt im Membrantrichter. Starke, derbe Plasmamembran, meist spiralig gestreift. Gewöhnlich mit scheiben-, band- oder sternförmigen, chlorophyllgrünen Chromatophoren, die unter Umständen zu Leucoplasten reduziert werden. Chromatophoren zuweilen mit schalenförmigen Paramylonkernen. 1 bis mehrere pulsierende Nebenvacuolen entleeren sich in die Hauptvacuole, die in den Membrantrichter mündet. Kern central oder hinten gelegen. Bewegung frei rotierend. Ernährung holophytisch und saprophytisch. Längsteilung in nacktem Zustand oder nach Ausscheidung einer Haut- oder Schleimhülle (Teilungscysten). Von mehreren Arten Dauercysten mit mehrschichtiger Gallerthülle bekannt.

Etwa 18 mehr oder weniger gut unterscheidbare Arten, im Süßwasser und marin. Vergl. Klebs (1883) und Hübner (1886).

Je nach der Ausbildung der Chromatophoren können zwei große Gruppen unterschieden werden: band- oder sternförmig sind sie bei *viridis* Ehbg., *sanguinea* Ehbg., (durch Bildung von Lipochrom oft rot gefärbt und durch massenhafte Entwickelung die Teiche rot färbend) *elongata* Schew., *pisciformis* Klebs, *olivacea* Klebs, *geniculata* (Duj.) Schmitz etc., rund oder oval scheibenförmig bei *E. spirogyra* Ehbg., *acus* Ehbg., *gracilis* Klebs, *Ehrenbergii* Klebs, *tripteris* (Duj.) Klebs etc.

2. **Phacus** Nitzsch. (*Lepocinclis* Perty, *Chloropeltis* Stein, *Cyclamura* Stokes) (Fig. 126 *B*). Wie *Euglena* gebaut, aber Körper meist plattgedrückt, seltener cylindrisch (*ovum*). Metabolie fehlt oder nur in sehr geringem Maße vorhanden. Chromatophoren stets rund scheibenförmig. Paramylonkörner meist scheiben- oder ringförmig.

Ca. 10 Arten im Süßwasser; die gewöhnlichste Art *Ph. pleuronectes* (Fig. 126 *B*), die größte Form *longicauda* Ehbg. Vgl. Klebs 1883, Hübner 1886.

3. **Trachelomonas** Ehbg. (*Lagenella* p. p., *Chaetoglena* p. p. *Chaetophlya* Ehb., *Lagenella* Schmarda, *Cryptomonas* Duj. p. p., *Chonemonas* und *Trypemonas* Perty, *Cryptoglena* Clap. und Lachm.) (Fig. 126 *C*). Zellen mit einer spröden, gelb bis braun gefärbten Panzerhülle frei schwimmend. Sie ist bis auf eine vorn befindliche Öffnung zum Durchtritt der Geißel geschlossen, glatt bis grob stachelig, oft mit kragenförmigem Ring an der Öffnung. Nach der Teilung verlässt ein nacktes Tochterindividuum die Mutterhülle. Ausscheidung einer farblosen, weichen Haut, die später erstarrt und durch Eiseneinlagerung dunkel gefärbt wird. Zelle wie bei *Euglena* gebaut. Metabolie innerhalb der Panzerhülle sehr lebhaft. Geißel 3—4mal körperlang. Membran sehr zart, quellbar, Chromatophoren scheibenförmig, meist mit kleinem Doppelpyrenoid.

Ca. 6 Arten im Süßwasser; die gewöhnlichsten sind *Tr. hispida* (Fig. 126 *C*) und *volvocina*, mit kugeligem, glattem Gehäuse. Vgl. Klebs 1883 und Hübner 1886.

4. **Ascoglena** Stein (Fig. 126 *E*). Zellen mit dem Hinterende in einer festsitzenden, vorn geöffneten, braunen Hülle befestigt, die ei-, spindel- oder flaschenförmig und mit Ausnahme des vorderen weichen Randes starr, feinkörnig, durch Eiseneinlagerung braun gefärbt ist. Nach der Teilung verlässt ein nacktes Tochterindividuum die Hülle, setzt sich mit dem Hinterende fest und scheidet eine zuerst noch weiche, schleimige Hülle aus. Zelle wie bei *Euglena* gebaut, innerhalb der Hülle metabolisch; Geißel körperlang; Chromatophoren scheibenförmig mit Paramylonkernen.

1 Art, *A. vaginicola* Stein (Fig. 126 *E*), im Süßwasser.

5. **Colacium** Stein (Fig. 126 *D*). Zellen gewöhnlich von einer deutlichen Gallerthülle umschlossen und mit dem (bei *C. calvum* mit einer längsstreifigen, farblosen Schicht haubenartig bedeckten) Vorderende auf längeren oder kürzeren Gallertstielen, die oft braun gefärbt sind, an Tieren (Krebsen) oder toten Gegenständen festsitzend. Sonst wie *Euglena* gebaut. Zur Zeit der freien Bewegung mit körperlanger Geißel. Chromatophoren scheibenförmig mit oder ohne Paramylonkerne. Längsteilung in Ruhe an den Stielen.

1—3 Arten, z. B. *C. vesiculosum* Stein (Fig. 126 *D*), im Süßwasser. Vgl. Stein 1878.

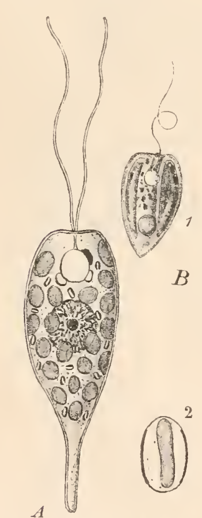


Fig. 127. *A Eutreptia viridis* Perty (1000/1). — *B Cryptoglena pigra* Ehbg. 1 Breitseite, 2 Schmalseite, mit den Membranschalen im Profil (1000/1). (*A* nach Klebs (1883); *B* 1 nach Stein (1878); *B* 2 nach Klebs (1892).

6. **Eutreptia** Perty (Fig. 127 *A*, Fig. 63). Während der Bewegung spindelförmig, nach hinten verschmälert. Metabolie stark. Das Hinterende zieht sich dabei lang aus und schwillt zu einem Knötchen an. Dasselbe wälzt sich als Wellenberg nach vorn, aber bevor dieser vorn ankommt, entsteht hinten eine neue Anschwellung; dann quillt der ganze Zellinhalt hinein. Länge ca. 60 μ. Breite 13 μ. 2 gleiche, etwa körperlange Geißeln, im Membrantrichter entspringend. Membran zart gestreift. Chromatophoren scheibenförmig ohne Pyrenoide.

Vacuolensystem wie bei *Euglena*, mit Augenfleck neben der Hauptvacuole. Kern central oder etwas nach vorn gelegen. Frei rotierende Bewegung, meist unter lebhafter Metabolie. Vermehrung durch Teilung in Cysten. Dauerstadium mit derber Membran (Entz.).

1 Art. *E. viridis* Perty (Fig. 127 *A*), im Süß- und Salzwasser (Entz.).

7. **Cryptoglena** Ehb. (*Chloromonas* Kent.) (Fig. 127 *B*). Oval, etwas zusammengedrückt, hinten zugespitzt; Bauchseite mit Längsfurche. Starr. 11—15 μ lang, 6—7 μ breit. 1 körperlange Geißel. Der Plasmamembran liegen auf den beiden Breitseiten zwei ovale, sanft gebogene, dünne, aber feste Schalen dicht an. 2 längs verlaufende Chlorophyllbänder; das eine trägt den Augenfleck. Vacuole mit Ausfuhrkanal. Vorhandensein von Nebenvacuolen unsicher. Kern hinten. Bewegung frei rotierend. Teilung? Ruhezustand?

1 Art. *C. pigra* Ehbg. (Fig. 127 *B*), im Süßwasser.

II. Astasiaceae.

Radiär gebaut; trotz einer Neigung zu Bilateralität Bewegung meist rotierend (ausgenommen *Sphenomonas*). Am Vorderende ein meist ziemlich enger, terminal gelegener Membrantrichter, der zur Hauptvacuole führt; in ihm entspringt entweder eine einzige ziemlich lange oder neben einer langen noch eine ganz kurze, stummelartige, meist rückwärtsgebogene Geißel. Farblos. Ernährung saprophytisch. Bildung von Paramylon. Teilung im geißeltragenden Zustand.

Einteilung der Familie.

A. 1 Geißel.
  a. stark metabolisch, lang spindelförmig, Plasmamembran spiralig gestreift **1. Astasia.**
  b. starr, etwas gekrümmt, Plasmamembran schwach längsstreifig . . . **3. Menoidium.**

B. 2 Geißeln, wovon die eine sehr kurz ist.
  a. stark metabolisch, mit frei rotierender Schwimmbewegung . . . . . . **2. Distigma.**
  b. starr, mit kriechender Bewegung . . . . **4. Sphenomonas.**

1. **Astasia** Duj. (*Astasiodes* Bütschli, *Astasiopsis* Bütschli, *Euglena curvata* Klebs 1883) (Fig. 128 *A*). Während der Bewegung spindelförmig; sehr metabolisch. Länge

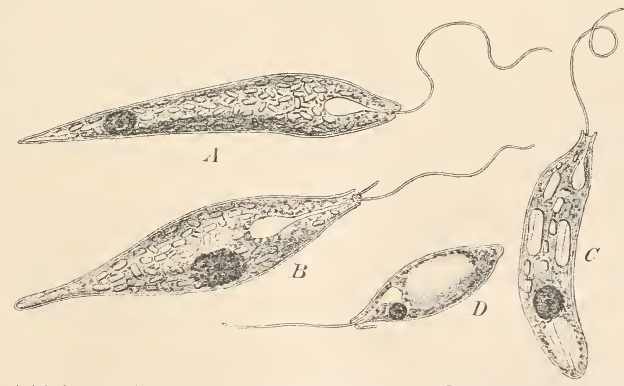


Fig. 128. *A Astasia margaritifera* Schmarda, ausgestreckt (1000/1). — *B Distigma proteus* Ehbg., ausgestreckt (1000/1). — *C Menoidium pellucidum* Perty (1000/1). — *D Sphenomonas teres* (Stein) Klebs, mit dem großen Gallertkörper (1000/1). (Originale.)

35—65 μ, Breite 5—20 μ. Eine bis körperlange Geißel. Plasmamembran mehr oder weniger stark spiralig gestreift oder glatt. Plasma oft mit vielen Paramylonkörnern.

Nebenvacuolen wohl contractil. Kern hinten oder central. Frei rotierend, zuweilen mit metabolischen Krümmungsbewegungen kriechend. Dauerstadium?

4 Arten, z. B. *A. margaritifera* Schmarda (Fig. 128 *A*), im Süßwasser und marin. Vgl. Klebs 1892.

2. **Distigma** Ehbg. (*Astasia* p. p. (*proteus*) Stein und Bütschli) (Fig. 128 *B*). Lang spindelförmig, nach Art der *Eutreptia* auch während des Schwimmens sehr metabolisch (Fig. 53), 46—110 μ lang. Eine lange, nach vorn gestreckte und eine ganz kurze, zurückgebogene Geißel. Plasmamembran zart spiralstreifig. Im Plasma meist viele kurz stabförmige Paramylonkörner. Hinter der Geißelbasis bisweilen 2 schwärzliche, stigmaartige Körper (Paramylon?). Zahlreiche pulsierende Nebenvacuolen. Kern central. Bewegung freischwimmend oder metabolisch kriechend. Dauerstadium?

1 Art. *D. proteus* Ehbg. (Fig. 128 *B*), im Süßwasser.

3. **Menoidium** Perty (*Rhabdomonas* Fresen., *Astasia proteus* p. p. Stein, *Atractonema* Stokes) (Fig. 128 *C*). Langgestreckt, meist etwas gekrümmt; Vorderende trichterartig erweitert. Starr. Länge 16—40 μ, Breite 7—10 μ. 1 etwa körperlange Geißel; Plasmamembran zart längsstreifig. Zellen häufig mit rechteckigen Paramylonkörnern erfüllt. Mehrere pulsierende Nebenvacuolen. Kern central oder hinten gelegen. Bewegung frei schwimmend, rotierend. Art der Teilung und Dauerzustand?

3 Arten, z. B. *M. pellucidum* Perty (Fig. 128 *C*), im Süßwasser.

4. **Sphenomonas** Stein (*Atractonema* Stein, *Clostenema* Stokes) (Fig. 128 *D*). Spindelförmig, starr mit 1—4 Längskielen. Länge ca. 20 μ, Breite 8 μ. Große Geißel etwa körperlang. Kleinere Geißel sehr kurz, ca. 2 μ lang, rückwärts gerichtet. Beide entspringen neben einander in dem etwas ausgerandeten Vorderende. Membran stark, zart längsstreifig. Plasma körnig. Oft mehr als die Hälfte des Körperinhaltes von einem schwach lichtbrechenden, gallertartigen Körper erfüllt, der in Alkohol unlöslich ist, in Wasser etc. verquillt. Unsicher, ob die Hauptvacuole selbst pulsiert, oder ob eine pulsierende Nebenvacuole sich hinein entleert. Kern vorn. Gleitende Bewegung in der Richtung der Vordergeißel. Körperachse dabei schief aufwärts gerichtet (wie bei *Heteronema*). Ernährung wohl nur saprophytisch. Dauerstadium nicht bekannt.

3 Arten, z. B. *S. teres* Stein (Fig. 128 *D*), im Süßwasser.

III. Peranemaceae.

Bilateral, Bewegung meist kriechend, bisweilen durch schlagende Drehungen an Ort und Stelle unterbrochen; rotierendes Schwimmen selten (*Heteronema acus* und *Euglenopsis*). Vorn eine runde oder spaltenförmige Mundöffnung, in welche wohl meistens auch der Kanal der Hauptvacuole mündet, und welche gewöhnlich auf der Seite gelegen ist, auf der die Organismen kriechen: Bauchseite (Ausnahmen: *Entosiphon* und *Urceolus* mit terminaler Mundöffnung). Ernährung saprophytisch und tierisch, durch Aufnahme fester Stoffe. Bildung von Fett und Paramylon.

Organisation. Allein unter allen bisher bekannt gewordenen Flagellaten treten bei einigen Peranemaceen eigentümliche Organe auf, die mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung stehen. Es sind plasmatische, scharf umgrenzte, gerade, stab- oder röhrenförmige, starre Gebilde, die ihre Gestalt auch bei der lebhaftesten Metabolie des Körpers nicht verändern. Bei *Entosiphon* ist dieses Gebilde als vorn und hinten offene, fast die ganze Zelle durchsetzende Röhre ausgebildet (Fig. 135). Soll Nahrung aufgenommen werden, so streckt der Organismus die Röhre vor, z. B. an Bakterienhaufen u. a., und nun strömen kleine Körnchen in die Röhre hinein. Sie dient somit wohl als Saugapparat. Einen etwas anderen Bau zeigt das Staborgan von *Peranema*, *Urceolus* und wahrscheinlich auch das von *Dinema* und *Heteronema*. Hier scheint dasselbe aus 2 Stäben zu bestehen, die an ihrem Vorderende durch ein hufeisenförmig gekrümmtes, oft löffelförmig umgebogenes, verbreitertes Stück verbunden sind. Dieses Organ erreicht die Körperoberfläche nie, sondern wird nur bis zu einer bogenförmig um das Vorderende des Stabes sich hinziehenden

Linie vorgestreckt, die meist etwas hinter der Mundstelle liegt. Wahrscheinlich ist diese Bogenlinie die vordere Begrenzung eines Raumes, der mit der Mundstelle kommuniziert (Fig. 130 *B* 3) und in dem das vordere verbreiterte Ende des Staborganes bei seinen Bewegungen in der Art des Kolbens einer Pumpe hin und her gleitet und eine Saugwirkung hervorruft; dadurch werden die mit dem Mund erfassten Nahrungsbestandteile ins Innere gezogen. Bei *Urceolus* steht das sehr stark entwickelte Organ noch mit einem starren, bogenförmigen Stab in Verbindung, welcher vom Vorderende des Mundorganes nach dem Grunde des weiten Mundtrichters führt. Es scheint, als falle diesem die Aufgabe zu, bei der Bewegung des Staborganes als Hebel zu wirken. — Wenn eine *Peranemacee* auf festem Substrate kriecht, so liegt die Mundstelle und, wenn eine Schleppgeißel vorhanden ist, auch diese dem Substrate an. Diese Unterseite des Körpers bezeichnen wir als die Bauchseite, der gegenüber nach oben die Rückenseite liegt. Von dieser aus gesehen wird auch rechts und links am Flagellatenkörper unterschieden.

Einteilung der Familie. Man definiert die Unterfamilien am besten nach der Beschaffenheit, Zahl und Anordnung der Geißeln, während die Starrheit oder Metabolie wegen der allmählichen Übergänge erst in zweiter Linie berücksichtigt werden kann. Die Ausbildung eines Staborganes kann bei einer solchen Gruppierung nicht in Betracht kommen, da dieses Gebilde durch sein sporadisches Auftreten bei ganz verschieden gearteten Formen den Eindruck eines erworbenen, secundären Merkmales macht, das zur Aufstellung von Gattungen, nicht aber zur Bildung von Unterfamilien berechtigt. Wenn wir nach der Begeißelung einteilen, so erhalten wir dieselbe Einteilung, die Klebs 1892 vorgeschlagen hat, außer dass *Tropidoscyphus* zu den *Heteronemeae* gestellt werden muss. Ferner trenne ich *Euglenopsis* als besondere Unterfamilie von den *Peranemeae* ab, da aus der Art der Bewegung auf eine gewöhnliche, von vorn bis hinten gleich dicke *Euglenen*-Geißel geschlossen werden kann, während *Peranema* und *Urceolus* eine am Grunde dicke, nach vorn sich allmählich verjüngende und nur an der Spitze bewegte Geißel besitzen. Ebenso stellt *Dinema* mit seiner speziell differenzierten Schleppgeißel und der Ausbildung eines Ectoplasmas einen besonderen, den am weitesten differenzierten Typus der *Peranemaceae* dar.

A. 1 Geißel.
- a. im Vorderende ein deutlich ausgebildetes Staborgan . . . . **2. Peranemeae.**
  - α. Körper stark metabolisch, ausgestreckt spindelförmig, vorn und hinten zugespitzt. **2. Peranema.**
  - β. Körper schwach metabolisch, flaschenförmig, vorn halsartig eingeschnürt **3. Urceolus.**
- b. ohne Staborgan.
  - α. frei rotierende Schwimmbewegung, schwach metabolisch. . . . **1. Euglenopseae.** einzige Gattung **1. Euglenopsis.**
  - β. langsam kriechende Bewegung, starr . . . . **3. Petalomonadeae.**
    - I. Vorderende mehr oder weniger zugespitzt, Vacuolensystem am rechten Körperrande. **4. Petalomonas.**
    - II. Vorderende abgestutzt; contractile Vacuole in der Mitte der vorderen Körperhälfte. **5. Scytomonas.**

B. 2 Geißeln.
- a. Die nach hinten getragene Geißel bedeutend kürzer als die nach vorn gestreckte. **4. Heteronemeae.**
  - α. Körper dorsiventral stark zusammengedrückt, nicht metabolisch **8. Notosolenus.**
  - β. Körper drehrund oder seitlich zusammengedrückt.
    - I. Körper seitlich zusammengedrückt, mit 6—8 starken Längsrippen, fast starr. **7. Tropidoscyphus.**
    - II. Körper drehrund, zuweilen stark schraubig gerippt, stark bis schwach metabolisch. **6. Heteronema.**
- b. die nach hinten getragene Geißel so lang oder meist länger als die nach vorn gestreckte.
  - α. Beide Geißeln gleich dick, cylindrisch, gewöhnliche Plasmamembran. **5. Anisonemeae.**
    - I. ohne Mundapparat.
      - 1. hintere Geißel etwa so lang wie die vordere . . . . **11. Metanema.**

2. hintere Geißel zwei bis mehrmal so lang als die vordere.
  ╳ Membran mit zarten Längsstreifen, nicht gerippt . . . . . 9. **Anisonema.**
  ╳╳ Membran mit kantigen Längsrippen . . . . 10. **Ploeotia.**
II. mit röhrenförmigem Mundapparat. . . . . 12. **Entosiphon.**
β. Vordere Geißel dünn, cylindrisch, hintere stark, am Ende conisch zugespitzt. Unter der Plasmamembran ein plasmolysierbares Ectoplasma ausgebildet 6. **Dinemeae.**
einzige Gattung 13. **Dinema.**

1. Unterfamilie Euglenopseae.

Mit 1 Geißel und frei rotierender Bewegung, abgesehen von der tierischen Nahrungsaufnahme *Euglena* sehr ähnlich gebaut.

1. **Euglenopsis** Klebs (Fig. 129). Spindelförmig, schwach metabolisch; Länge ca. 24 μ, Breite ca. 8 μ. 1 Geißel von Körperlänge; Mundöffnung in einer seitlich am Vorderende gelegenen länglichen Falte. Plasmamembran mehr oder weniger stark spiralig gestreift. Nahe der Mundfalte liegt die pulsierende Vacuole. Über dieselbe und den Kern ist Näheres nicht bekannt. Frei schwimmend, rotierend. Aufnahme von fester Nahrung mit den Rändern der Mundfalte. Ausscheidung von Nahrungsresten am Hinterende. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *E. vorax* Klebs (Fig. 130), im Süßwasser.

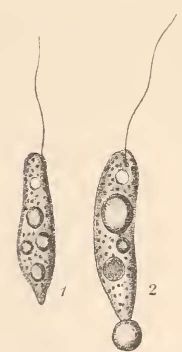


Fig. 129. *Euglenopsis vorax* Klebs. 1 rechts unterhalb der Geißelbasis die Mundstelle. 2 Ausstoßung eines unverdauten Stärkekornes (1000/1). (Nach Klebs (1892).)

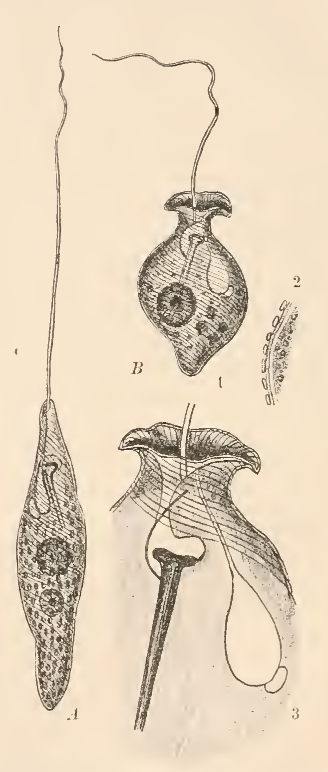


Fig. 130. *A Peranema trichophorum* (Ehbg). Stein, ausgestreckt (1000/1). — *B Urceolus cyclostomus* (Stein) Mereschowski. 1 Zellform (1000/1). 2 Mundapparat und Vacuolensystem (2000/1). 3 Membranquerschnitt mit angelagerten Körnchen. (*A*, *B* 1 und 2 Originale; *B* 3 nach Penard (1890).)

2. Unterfamilie Peranemeae.

Mit 1 vorn sich verjüngenden Geißel, die bei der kriechenden Bewegung steif nach vorn gestreckt wird und sich nur an der Spitze bewegt. Metabolisch. Plasmamembran fest, spiralig gestreift.

2. **Peranema** (Ehbg.) Stein (*Trachelius trichophorus* Ehbg., *Astasia* p. p. Ehbg., Carter, Clark) (Fig. 130*A*). Lang spindelförmig bis walzlich; vorn verschmälert; sehr stark

metabolisch. Länge ca. 50 μ, Breite 12—15 μ. Geißel etwas mehr als körperlang, in einer ventralen Falte entspringend. Hinter ihrer Basis die Mundöffnung, an welche das starre, vor- und rückwärts schiebbare Staborgan stößt, dessen Vorderende in einen scharf abgegrenzten, halbkreisförmigen, wohl vom Plasma freigelassenen Hof hineinpasst. Plasmamembran derb, spiralig gestreift. Auf den Verdickungen sitzen kurze spindelförmige, starre Gebilde, die wie kurze Härchen aussehen. Inhalt meist körnig, oft Paramylon, dessen Herkunft zweifelhaft ist. Mehrere ziemlich große, contractile Nebenvacuolen. Kern central. Bewegung langsam kriechend, durch starke metabolische Contractionen des Körpers unterbrochen. Dauerstadium?

1 Art. *P. trichophorum* (Ehbg.) Stein (Fig. 130 *A*), im Süßwasser.

3. **Urceolus** Meresch. (*Phialonema* Stein, *Urceolopsis* Stokes) (Fig. 130 *B*). Flaschenförmig, vorn mit halsartiger Einschnürung. Metabolie deutlich. Länge 26—50 μ, Breite 17—30 μ. Geißel etwas mehr als körperlang, entspringt im Grunde des Membrantrichters (wohl nicht so tief im Körper, wie Klebs angiebt). An der Geißelbasis schlitzförmige Mundöffnung, von welcher ein gebogenes, starres Gebilde zu dem Staborgan führt und dasselbe in der Art eines Hebels zu bewegen scheint. Plasmamembran derb, spiralig gestreift oder glatt, dann oft von einer Fremdkörper enthaltenden Schleimschicht umgeben. Plasma mit Fetttropfen und Nahrungsvacuolen. Hauptvacuole mit langem Ausfuhrkanal (Geißelkanal von Klebs?). 1 pulsierende Nebenvacuole. Kern central. Bewegung kriechend, wobei der Mundtrichter dem Substrat anliegt, und der Körper schief aufwärts gestellt ist.

3 Arten, z. B. *U. cyclostomus* (Stein) Meresch. (Fig. 130 *B*), im Süßwasser und marin.

3. Unterfamilie **Petalomonadeae.**

Eine Geißel, die bei der kriechenden Bewegung steif nach vorn gestreckt ist und sich nur am Vorderende bewegt. Formbeständig. Plasmamembran nicht spiralig gestreift.

4. **Petalomonas** Stein (*Cyclidium* p. p. Duj., *Thylacomonas* Schew., *Paramonas* Stokes) (Fig. 131 *A*). Meist abgeplattet, höchst mannigfaltig, oft bizarr gestaltet, zuweilen

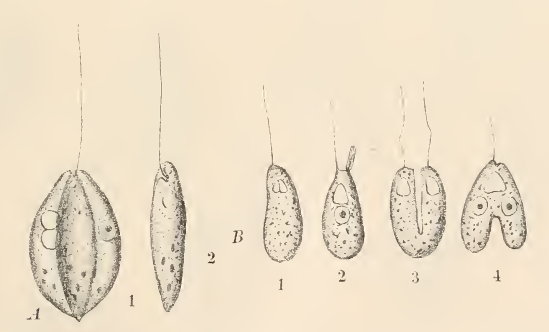


Fig. 131. *A Petalomonas mediocanellata forma lata* Klebs. 1 von der Bauchseite, 2 seitlich mit der Tasche für die Geißel (1000/1). — *B Scytomonas pusilla* Stein. 1 frei schwimmende Zelle. 2 eine Bakterie aussaugend. 3 Längsteilung von vorn beginnend. 4 Copulation? oder von hinten beginnende Längsteilung (2000/1). (*A* und *B* nach Klebs (1892).)

mit Längskielen; deutlich unsymmetrisch; Länge 8—47 μ, Breite 3—24 μ. Die Geißel entspringt etwas hinter dem Vorderende auf der rechten Seite der Mundöffnung in einer besonderen Einsenkung; meist körperlang, nur am vorderen Ende bewegt. Mundöffnung scharf begrenzt, wohl nicht erweiterungsfähig, in einer ventralen Mulde in der Nähe des Vorderendes gelegen. Plasmamembran derb, nie auffallend gestreift. Plasma mit Nahrungsballen, Fetttröpfchen und vielleicht auch Paramylonkörnern. Vacuolensystem am

rechten Körperrande gelegen, aus Hauptvacuole und 1 pulsierenden, fast ebenso großen Nebenvacuole bestehend. Kern immer am linken Körperrande. Ruhiges, gleichmäßiges Vorwärtskriechen auf der Bauchseite; zuweilen Hin- und Herzittern auf der Stelle. Bei tierischer Ernährung werden nur kleinere Nahrungsbestandteile aufgenommen. Dauerstadium?

Ca. 8 Arten mit vielen Übergangsformen; z. B. *P. mediocanellata* Klebs (Fig. 131 *A*), im Süßwasser. Vgl. Klebs 1892.

5. **Scytomonas** Stein (Fig. 131 *B*). Eiförmig, etwas abgeplattet, vorn gerade abgestutzt, starr. Länge 5—6 μ, Breite 2—3 μ. Geißel an der einen Ecke der Abstutzung sitzend, derb, kaum körperlang, beim Kriechen nur an der Spitze bewegt. Mundöffnung am Vorderende. Plasmamembran, wenn überhaupt ausgebildet, sehr zart. Vacuole in der vorderen Körperhälfte, zu Zeiten 3eckig erscheinend, nie ganz verschwindend. Kern hinter der Vacuole, bläschenförmig (?). Bewegung kriechend, wie bei *Petalomonas*. Ernährung durch Aussaugen von Bakterien ähnlich wie *Bodo*. Dauerstadium?

1 Art. *S. pusilla* Stein (Fig. 131 *B*), im Süßwasser.

4. Unterfamilie **Heteronemeae.**

2 Geißeln, wovon die eine längere, starr nach vorn gestreckt, sich am Ende zuspitzt und bei der kriechenden Bewegung nur am Ende bewegt wird. Die kürzere nach hinten gerichtete Geißel ist cylindrisch, und pendelt hin und her. Plasmamembran fest.

6. **Heteronema** (Duj.) Stein, (*Trachelius* p. p. Ehbg., *Peranema* p. p. (*globulosa*) Duj., *Zygoselmis nebulosa* Duj.) (Fig. 132 und Fig. 133 *A*). Langgestreckt, kugelig oder schraubenförmig gedreht, mit zugespitztem Vorderende; meist stark metabolisch. 40—58 μ lang, 8—30 μ breit. Vordere Geißel stark, 1—2mal so lang als der Körper. Sie entspringt in der Mundöffnung, ebenso die kleinere, rückwärts gerichtete 1 bis $^1/_2$mal körperlange Geißel. Membran derb, meist deutlich schraubenförmig gestreift. Von Penard wurde die Bildung eines Pseudopodiums nach Öffnen der Plasmamembran beobachtet (Fig. 132). Eine pulsierende Nebenvacuole. Mund in länglicher Ver-

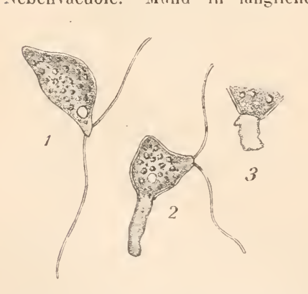


Fig. 132. *Heteronema spec.?* 1 kriechendes Exemplar. 2 Aussendung eines Pseudopodiums durch die Plasmamembran. 3 Zurückziehen des Pseudopodiums (500/1). (Nach Penard (1890).)

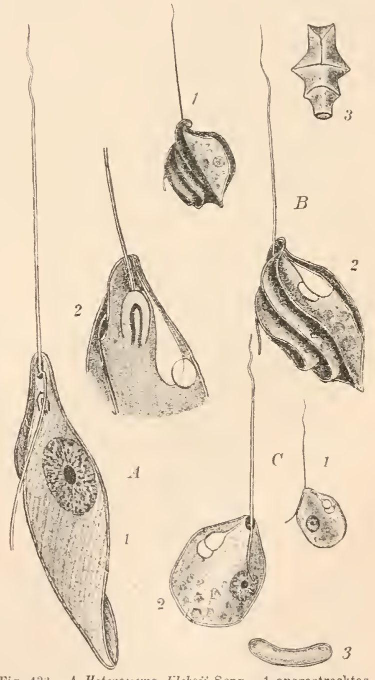


Fig. 133. *A Heteronema Klebsii* Senn. 1 ausgestrecktes Individuum von der Bauchseite gesehen (1000/1). 2 Mundapparat, Vacuolensystem und Geißelinsertion (2000/1). — *B Tropidoscyphus cyclostomus* Senn. 1 schief von oben gesehen (1000/1). 2 von der Seite (2000/1). 3 von hinten (2000/1). — *C Notosolenus apocamptus* Stokes. 1 Dorsalseite (1000/1). 2 Ventralseite (2000/1). 3 von hinten (2000/1). (Originale.)

tiefung, deren Vorder- und Hinterwand von den heraustretenden Geißeln eingenommen werden. Staborgan wohl vorhanden, aber nur schwach entwickelt. Kern central. Bewegung meist gleitend, wobei die Körperachse zur Richtung der Geißeln schief aufwärts steht; selten frei rotierende Bewegung (*H. acus*). Dauerstadium?

5 Arten im Süßwasser, z. B. *H. Klebsii* Senn (Fig. 133 *A*); die gewöhnlichste Form ist *H. acus* Ehbg. mit lang walzenförmigem Körper. Vgl. Klebs 1892.

7. **Tropidoscyphus** Stein (Fig. 133 *B*). Oval, hinten und vorn zugespitzt, seitlich etwas zusammengedrückt; mit 8 stark hervortretenden, kantigen Längsrippen. Metabolie sehr gering. Formen 16—57 μ lang. Geißeln wie bei *Heteronema*. Membran derb, ohne feine Streifung. Vacuolensystem und Kern wie bei *Heteronema*. Bewegung immer kriechend, hier und da von unruhigem Hin- und Herschlagen unterbrochen. Staborgan fehlt wohl. Teilung? Dauerstadium?

2 Arten im Süßwasser: *T. octocostatus* Stein mit zweispaltigem Vorderende; Individuen 57 μ lang; *Tr. cyclostomus* Senn viel kleiner (16 μ) mit runder Mundlippe (Fig. 133 *B*).

8. **Notosolenus** Stokes (*Solenotus* Stokes) (Fig. 133 *C*). Oval bis zugespitzt rechteckig, dorsiventral stark zusammengedrückt, Bauchseite convex, Rücken concav. Starr. Länge 7—24 μ, ca. $^2/_3$ so breit. Geißeln wie bei *Heteronema*, die lange $1—1^1/_2$ mal körperlang, die kurze $^1/_3$mal körperlang. Mundöffnung eiförmig. 1 pulsierende Nebenvacuole. Membran zart, glatt. Vacuolensystem mit 1 pulsierenden Nebenvacuole am rechten Körperrand. Kern in der Mitte des linken Körperrandes. Bewegung wie bei *Tropidoscyphus*, mit raschen Wendungen. Teilung? Dauerstadium?

1—3 Arten im Süßwasser, z. B. *N. apocamptus* Stokes (Fig. 133 *C*). Vgl. Stokes 1888.

5. Unterfamilie **Anisonemeae.**

2 Geißeln, wovon die eine, meist kürzere, nach vorn gerichtet ist und sich bei der Vorwärtsbewegung in ihrer ganzen Länge bewegt. Die nach hinten gerichtete ist so lang, oder meist länger als die vordere, meist als Schleppgeißel funktionierend. Plasmamembran fest, glatt oder gestreift.

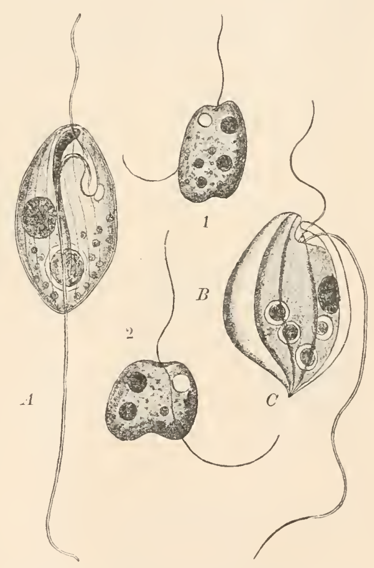


Fig. 134. *A Anisonema acinus* Duj. Bauchseite (1000/1). — *B Metanema variabile* Klebs. 1 Dorsal-, 2 Ventralseite (1000/1). — *C Ploeotia vitrea* Duj. (1000/1). (*A* Original; *B* nach Klebs (1892); *C* nach Seligo (1887).)

9. **Anisonema** Duj. (*Bodo* p. p. Ehbg., *Heteromita* Duj., *Diplomita* From. u. a.). Eiförmig, dorsiventral deutlich abgeplattet. An der Bauchseite verläuft von vorn nach hinten eine mehr oder weniger ausgebildete Furche, deren linker Rand zuweilen kammartig vorgewölbt ist. Starr. Länge 11—60 μ, Breite 7—22 μ. 2 Geißeln entspringen ventral in der Nähe des Vorderendes; die eine etwa körperlange nach vorn, die andere längere nach rückwärts gerichtet. Mundöffnung hinter der Geißelbasis in der Bauchfurche. Plasmamembran glatt oder längs-spiralstreifig. Vacuolensystem am linken Körperrande; eine große pulsierende Nebenvacuole. Inhalt oft mit großen Nahrungsvacuolen. Kern wie bei *Euglena* oder bläschenförmig (?) am rechten Körperrand. Bewegung entweder langsam kriechend, wobei die hintere Geißel nachgeschleppt wird, oder rasch zuckend. Dauerstadium?

5 Arten, z. B. *A. acinus* Duj. (Fig. 134 *A*), im Süßwasser und marin. — Das *A. multicostatum* Moeb. gleicht in seiner ganzen Erscheinung dem *A. acinus*; wegen des Vorhandenseins eines röhrigen Mundapparates muss es aber zu *Entosiphon* gezählt werden.

10. **Ploeotia** Duj. (Fig. 134 *C*). Organisation wie bei *Anisonema*, aber Zelle hinten scharf zugespitzt und seitlich zusammengedrückt. Vom Hinterende gehen acht etwas spiralig verlaufende, kantige Kiele nach dem Vorderende hin, wo sie sich rund um die Mundöffnung hinziehen. Im Hinterende Nahrungsvacuolen. Kern in der Mitte der Bauchseite gelegen. Bewegung kriechend.

1 Art. *Pl. vitrea* Duj. (Fig. 134 *C*), marin.

11. **Metanema** Klebs (Fig. 134 *B*). Wie *Anisonema*, aber Körper metabolisch; Länge 14—16 μ, Breite 7—12 μ. Beide Geißeln fast gleich lang. Bei der Bewegung hintere Geißel nicht nach hinten ausgestreckt, sondern meist seitlich gebogen.

2 Arten, z. B. *M. variabile* Klebs (Fig. 134 *B*) im Süßwasser.

12. **Entosiphon** Stein. (? *Cyclidium* Ehbg., *Anisonema* p. p. Duj. und Moeb., *Heteromita* Meresch., *Ploeotia* (Duj.) Fromentel) (Fig. 135). Eiförmig, wenig abgeplattet, ohne Bauchfurche, starr. Länge 15—25 μ, Breite 7—15 μ. Zwei etwa körperlange Geißeln, die in einer Mulde des Vorderendes entspringen; die nach vorn gestreckte Geißel schlägt hin und her, die hintere, längere wird nachgeschleppt. Mundöffnung am Ende einer vorstülpbaren Röhre, durch die die Nahrung in Form kleiner Körnchen eingesogen wird. Membran derb, mit Längsstreifen, Rippen oder Furchen. Mehrere pulsierende Nebenvacuolen. Kern etwas hinter der Körpermitte. Kriechende Bewegung, oft zitternd. Dauerstadium?

3 Arten im Süßwasser (2), z. B. *E. sulcatum* (Duj.) Stein (Fig. 135), und marin (1).

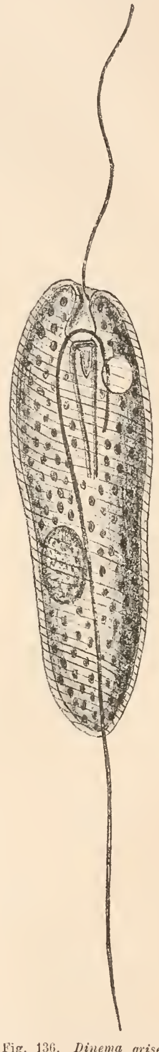


Fig. 136. *Dinema griseolum* Perty (1000/1). (Nach Klebs (1892).)

6. Unterfamilie **Dinemeae.**

2 Geißeln; die nach vorn gestreckte cylindrisch, die Schleppgeißel stark, am Ende zugespitzt. Unter der Plasmamembran liegt ein plasmolysierbares Ectoplasma.

13. **Dinema** Perty (Fig. 136). Sackförmig, an beiden Enden abgerundet, träg metabolisch. Länge 76—80 μ, Breite 30—40 μ. 2 Geißeln; vordere etwa körperlang, zart, überall gleich dick, beim Kriechen sich lebhaft schlängelnd; hintere 2 mal körperlang, tief im Körper entspringend, in einem Bogen um die Mundöffnung laufend, nach hinten gerichtet, sich allmählich verjüngend, als Schleppgeißel benützt. Mund spaltenförmig, am Vorderende zu einem erweiterten Raume führend. Am Grunde desselben

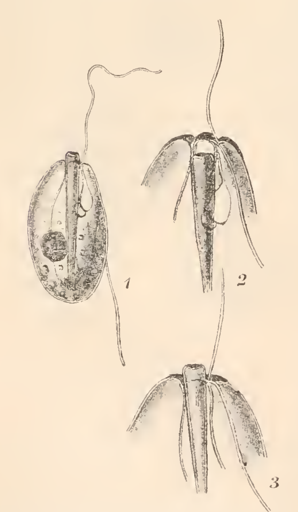


Fig. 135. *Entosiphon sulcatum* (Duj.) Stein. 1 (1000/1), 2 mit eingezogener, 3 mit vorgestreckter Röhre (2000/1). (Originale.)

befindet sich das umgebogene Vorderende des Staborganes. Unter der feinen spiralstreifigen Plasmamembran ein plasmolysierbares Ectoplasma mit spiraligen Körnerreihen; hat die Fähigkeit, Gallerte auszuscheiden (vielleicht Trichocysten vorhanden). Inhalt mit Fetttropfen, Paramylonkörnern und Nahrungsballen. Hauptvacuole mit kleinen, pulsierenden Nebenvacuolen neben der Basis der Schleppgeißel. Kern groß, etwas hinter der Körpermitte, wohl wie bei Euglena gebaut. Bewegung kriechend. Aufnahme fester Nahrung z. B. Diatomeen. Vermehrung? Dauerstadium?

1 Art. *D. griseolum* Perty (Fig. 136), im Süßwasser.

Anhang zu den Flagellata

von

G. Senn.

Mit 15 Einzelbildern in 4 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1900.)

I. Ungenügend definierte und daher nicht zu classificierende Formen.

1. **Cercomonas** Duj. (Fig. 137) am Vorderende mit einer Geißel, soll als Hauptmerkmal ein veränderliches schwanzartiges Hinterende haben.

Da diese Eigenschaft manchen Gattungen der *Pantostomatineae* und *Protomastigineae* zukommt, kann sie nicht als Gattungsmerkmal verwendet werden. Die zu dieser schlecht definierten Gattung gerechneten Arten müssen anderswo untergebracht werden.



Fig. 137. *Cercomonas crassicauda* Duj. (650/1). (Nach Stein (1878).)

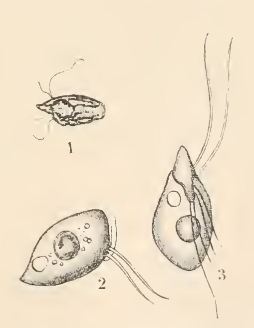


Fig. 138. *Oxyrrhis marina* Duj. 1 nach Dujardin (1841) (320/1). 2 und 3 nach Gourret et Roeser (1886). Vergr.?



Fig. 139. *Cyclidium distortum* Duj. (800/1). (Nach Dujardin (1841).)

2. **Giardia** Künstler. Comptes rendus Ac. Sc. Tome XCV, 1882. p. 347. Länglicher, vorn breiter, hinten schmäler, in der Mitte etwas eingeschnürter Körper, wohl mit 4 Geißeln; parasitisch im Darm von Kaulquappen.

3. **Monocercomonas termitis** Grassi und Sandias. (Atti Accad. Lincei (5) I u. Qart. Journal Micr. Science Vol. XL. New series. 1898) mit mindestens sechs sehr langen

Geißeln am Vorderende, wovon eine nach rückwärts gerichtet ist, mit fast axialem, skelettartigem Stab. Länge ca. 15 μ. Aufnahme fester Nahrung.

4. **Oxyrrhis marina** Duj. Gourret et Roeser. Archives de Zool. expérim. 2. série. Tome IV 1886 p. 522 (Fig. 138; vgl. auch Fig. 93). Oval bis rautenförmig; etwas formveränderlich. Am Vorderende auf der Ventralseite fehlt der Periplast, daselbst wohl die Mundstelle. Dort entspringen zwei starke, etwa körperlange, der Bewegung dienende, und 3—4 feine kurze, wohl der Nahrungsbeschaffung dienende Geißeln. Kern bläschenförmig. Contractile Vacuole vorn.

Da weder über Nahrungsaufnahme, Teilungsmodus, Größe, noch über die Natur der feinen Geißeln (vielleicht ähnlich den Borsten von *Pteridomonas*) etwas Genaues angegeben wird, kann dieser Form, die jedenfalls nicht zu *Oxyrrhis* im jetzt gebräuchlichen Sinne gehört, im System kein Platz angewiesen werden. Allerdings hat sie große Ähnlichkeit mit der von Dujardin 1841 abgebildeten Form. Möglicherweise ist die von Blochmann (1884) untersuchte Form mit derjenigen Dujardin's gar nicht identisch.

5. **Proteromonas** Künstler. Lang fadenförmig, s-förmig und zuweilen schraubenförmig gedreht. 15 μ lang. Eine 2—5mal körperlange Geißel am zugespitzten Vorderende oder auf einer knopfartig angeschwollenen Verdickung entspringend.

Diese Form könnte mit *Leptomonas* in Beziehung gebracht werden; da jedoch nichts Genaues (contractile Vacuole, Art der Teilung) über sie bekannt ist, muss sie bei den zweifelhaften Formen aufgeführt werden.

6. **Cyclidium distortum** Duj. (*Spiromonas dist.* Kent) (Fig. 139). Oval, zusammengedrückt, mit verdickten, buckligen Rändern, unregelmäßig spiralig gedreht. 25 μ lang.

Da über contractile Vacuolen, Periplast und Nahrungsaufnahme nichts bekannt ist, ist eine Classification unmöglich. Bütschli stellte die Form zu seiner *Astasiopsis*.

II. Gattungen, welche schon zu den Flagellaten gestellt wurden, aber aus denselben auszuscheiden sind.

1. Zellen höherer Organismen, die für Flagellaten gehalten wurden.

Unter den zweifelhaften Formen nehmen die Gattungen *Asthmatos* Salisbury und *Grassia* Fisch eine ähnliche Stellung ein. Beide wurden als Entoparasiten beschrieben. Für *Asthmatos* hat es aber Leidy 1879 (Am. Journ. med. Science) und für *Grassia* Schuberg 1889 (Biol. Centr. Bl. IX) sehr wahrscheinlich gemacht, dass in beiden Fällen den Entdeckern keine Protozoen, sondern losgelöste Wimperepithelzellen vorgelegen haben. Allerdings behauptete später Cutter (Journ. R. Micr. Soc. II. Serie, Vol. I, 1881, p. 376) *Asthmatos* sei ein selbständiger Organismus; Salisbury's Abbildungen sprechen aber eher für epitheliale Natur dieser Gebilde.

Asthmatos Salisbury (Zeitschr. f. Paras. Kunde v. Hallier Bd. IV. 1875) (Fig. 140 A). Kugelig bis oval, metabolisch. 8—16 μ lang; an einem Pol ein Kranz von etwa körper-

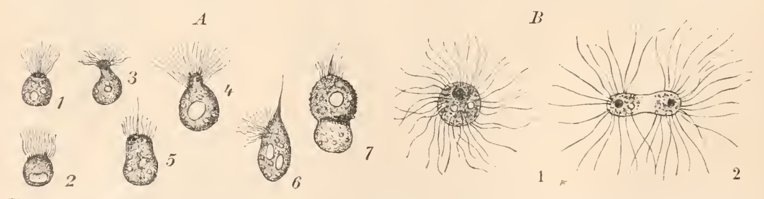


Fig. 140. *A Asthmatos ciliaris* Salisb. 1—4 geißellose Zellen. 5—6 Zellen mit Geißel oder Schnabel. 7 Teilungsstadium (1000/1). — *B Grassia ranarum* Fisch. 1 einzelne Zelle (1500/1). 2 Teilung (1000/1). (*A* nach Salisbury (1875); *B* nach Fisch (1885).

langen Cilien, aus deren Mitte bisweilen ein geißeltragender Rüssel hervorgestreckt wird. Mundöffnung? Periplast zart; Plasma körnig mit 1—mehreren großen Kernen? Bewegung rollend oder oscillierend. Ernährung wohl nur saprophytisch. Vermehrung durch eine

Art Querteilung: Bildung einer Tochterzelle im Inneren des Mutterorganismus. Das Tochterindividuum wird durch eine Öffnung des Periplasten des Mutterorganismus geboren(?) Dauerstadium?

1 Art, *A. ciliaris* Salisb. (Fig. 140 *A*), soll auf den Schleimhäuten der menschlichen Respirationsorgane Heuschnupfen und Asthma erzeugen.

Grassia Fisch (1885) (Fig. 140 *B*). Kugelig, deutlich metabolisch; 3,4—4,8 μ groß. Auf der ganzen Oberfläche von 1—2 mal körperlangen, radiär gestellten Geißeln bedeckt. Periplast als dünne Hautschicht ausgebildet. Inhalt feinkörnig. 1—2 peripher gelegene contractile Vacuolen. Kern meist central mit Membran und körnigem Inhalt. Langsam rotierende Bewegung durch gleichzeitiges Schlagen der Geißeln in einer Richtung. Nahrungsaufnahme. Vermehrung durch Einschnürung, wobei die Geißeln der Tochterzellen nach entgegengesetzten Richtungen schlagen. Dauerzustand?

1 Art, *G. ranarum* Fisch (Fig. 140 *B*), im Blut des Laubfrosches (Grassi) und im Magenschleim von *Rana esculenta* (Fisch).

2. Die zu den Sarcodinen, Pseudosporeen gehörenden Gattungen

Ciliophrys Cienk., *Protomonas* Haeckel, *Monas amyli* Cienk., *Pseudospora* Cienk. Diese Formen werfen beim Übergang in das amöboide Stadium die Geißeln ab und legen sich häufig zu Plasmodien zusammen.

3. Ophidomonas Ehbg.

(Infusionstiere als vollkommene Organismen 1838); von Kent unter den Flagellaten aufgeführt, ist jedenfalls eine Schwefelbakterie, z. B. *Spirillum volutans* oder eine ähnliche Form, an welcher nur der Geißelschopf der einen Seite gesehen und als einzige Geißel aufgefasst wurde.

4. Trichonymphida.

Von Stein 1878 wurden die Trichonymphida, ausschließlich Darmparasiten von Insekten, zu den Flagellaten gestellt. Bütschli (*Ciliata* 1887—1889) hält sie für eine selbständige Gruppe, die aus flagellatenartigen Formen hervorgegangen sind, ohne sie direkt zu den Flagellaten zu zählen. Die einfachste Form *Lophomonas* Stein hat manche Ähnlichkeit mit Flagellaten, aber abgesehen von der großen Zahl ihrer Geißeln ist die Organisation viel stärker specialisiert, als diejenige irgend einer anderen Flagellate. Bei den übrigen Formen ist der Körper so hoch organisiert, dass nichts mehr an eine Verwandtschaft mit den Flagellaten erinnert (*Trichonympha* erscheint nach Grassi und Sandias sozusagen als zweizelliger Organismus mit Ecto- und Entoplasma). Obwohl manche Eigenschaften, (Anordnung und Zahl der Cilien), auf eine Verwandtschaft mit den Ciliaten hindeuten, entfernen sie sich andererseits wieder von denselben durch den Mangel eines Micronucleus. Die Frage über die systematische Stellung der *Trichonymphida* kann wohl erst entschieden werden, wenn ihre Entwickelungsgeschichte bekannt ist.

Litteratur siehe bei Bütschli Ciliata 1887—1889, ferner: Grassi. B. u. A. Sandias, Costituzione e sviluppo della Società dei Termitidi. Atti Accad. Gioenia Catania (4) Vol. VI und VII. 1893. Dasselbe übersetzt in Quart. Journ. Micr. Soc. (2) Vol. XXXIX und XL, 1896.

5. Volvocaceae.

Außer den von Wille (Natürl. Pflanzenfam. I. Teil, Abt. 2) dazu gerechneten, von Bütschli zum Teil noch unter den Flagellaten behandelten Formen, gehören folgende Gattungen auch zu den *Volvocaceae*:

1. **Nephroselmis** Stein.

2. **Chlorodendron** Senn (*Euglenopsis* Davis in Annals of botany VIII, 1894, nicht Klebs (1892).)

3. **Xanthodiscus** Schewiakow (Geogr. Verbreitung d. Süßwasserprotozoen. Mém. Acad. sc. de St. Pétersbourg. Série 7. Tome XLI, 1893).

Ferner die Gruppe der **Polytomeae** mit den Gattungen:

4. **Polytoma** Ehbg. (*Monas uva* O. F. Müller p. p., Uvella, *Chamaemorus* Bory de St. Vincent, *Chlamydomonas hyalina* F. Cohn, *Glenophytum* Diesing).

5. **Chlamydoblepharis** Francé.

6. **Tetrablepharis** Senn (*Tetramitus globulus* Zach., Forschungsber. Plön, Teil V, 1897).

Diese Gattungen werden in dem Nachtrag zum Teil I, Abt. 2 behandelt werden.

Register
zur 1. Abteilung a des I. Teiles:

Chloromonadineae (S. 170—173), **Chrysomonadineae** (S. 151—167), **Cryptomonadineae** (S. 167—169), **Distomatineae** (S. 147—151), **Euglenineae** (S. 173—185), **Flagellata** (S. 93—188), **Pantostomatineae** (S. 111—115), **Protomastigineae** (S. 115—147) von **G. Senn; Schizomycetes** [Bacteria, Bacterien] (S. 2—41) von **W. Migula; Schizophyceae** [Myxophyceae, Phycochromophyceae, Cyanophyceae] (S. 45—92) von **O. Kirchner.** Spezialregister für die Schizomyzeten (S. 42—44).

(Dieses Abteilungs-Register berücksichtigt die Familien und Gattungen, sowie deren Synonyme; die Unterfamilien, Gruppen, Untergattungen und Sectionen werden in dem zuletzt erscheinenden General-Register aufgeführt.)

Verzeichnis der Vulgärnamen.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Die natürlichen
PFLANZENFAMILIEN

nebst

ihren Gattungen und wichtigeren Arten,

insbesondere den Nutzpflanzen,

unter Mitwirkung zahlreicher hervorragender Fachgelehrten

begründet von

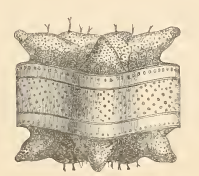
A. Engler und **K. Prantl**

fortgesetzt

von

A. Engler

ord. Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Berlin.



I. Teil. 1. Abteilung b:

Gymnodiniaceae, Prorocentraceae, Peridiniaceae, Bacillariaceae

von **F. Schütt.**

Mit 696 Einzelbildern in 282 Figuren, sowie Abteilungs-Register.

Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1896.



PERIDINIALES
(Peridineae, Dinoflagellata, Ciliofiagellata, arthrodele Flagellaten)

von

F. Schütt.

Mit 91 Einzelbildern in 42 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1896.)

Sehr klein, 1zellig, bisweilen zu Ketten vereinigt, selten nackt oder mit zusammenhängender Cellulose- oder Gallerthülle, meist mit panzerartiger, aus 2 oder mehr Tafeln zusammengesetzter Cellulosemembran. Tafeln in 2 Gruppen gegliedert: Schalen und Gürtel. Jede meist aus mehreren secundären Platten zusammengesetzt. Panzerhälften nicht mittelst der Gürtelplatten schachtelartig beweglich über einander greifend. Gürteltafeln bisweilen fehlend. — Chromatophoren grün, gelb, braun oder farblos. Vermehrung durch Zweiteilung, wobei jede Tochterzelle eine Hälfte der Muttermembran erhält, die andere neu ausscheidet. Sporen in Gallerthülle und Schwärmsporen bekannt. Bewegung durch 2 verschiedene Geißeln, die aus einem Membranspalt entspringen. Längsgeißel bei der Bewegung voranschreitend oder rückwärts gerichtet, Quergeißel meist quer um den Körper herumgelegt und oft von furchenartig vertieftem Gürtelring halb geborgen. Meist Hochseepflanzen; am Meeresleuchten hervorragend beteiligt.

A. Zellen ohne Panzer, nackt oder mit zusammenhängender Cellulose- oder Gallertmembran, mit Längs- und Querfurche . . . . **Gymnodiniaceae.**

B. Zellen mit Panzer.
  - a. Panzer nur aus 2 Schalen gebildet, ohne Gürtelplatten, ohne Querfurche. Längsgeißel ventralwärts gerichtet, bei der Bewegung voranschreitend, Quergeißel quer um den Körper oder um die Basis der Längsgeißel schwingend **Prorocentraceae.**
  - b. Panzer aus mehr als 2 Platten gebildet. Jede Schale aus mindestens 2 Platten, Gürtel meist aus 3 oder mehr Platten gebildet. Längsgeißel schräg nach hinten, Quergeißel quer um den Körper schwingend, meist in Längs- und Querfurche halb geborgen . . . . **Peridiniaceae.**

Gymnodiniaceae

von

F. Schütt.

Mit 19 Einzelbildern in 8 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1896.)

Wichtigste Litteratur. R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morph. Jahrb. VII. 1882. — Fr. v. Stein, Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt. II. Hälfte: Der Organismus der arthrodelen Flagellaten, 1883. — G. Pouchet, Contribution à l'histoire des Péridiniens, Journ. de l'anat. et de la physiol. 1883, 1885, 1887, 1892. — O. Bütschli, Dinoflagellata in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, 1885. — F. Schütt, Die Peridineen der Planktonexpedition, I. Teil. Studien über die Zelle. Ergebnisse der Planktonexpedition, Bd. IV. M. a. A.

Merkmale. Einzellig, mikroskopisch, nackt oder von zusammenhängender Cellulose- oder Gallerthülle umgeben. Plasmakörper mit Querfurche und Längsfurche, Querfurchengeißel und Längsfurchengeißel. Chromatophoren grün, gelb oder fehlend.

Morphologisches Verhalten. Die Gestalt ist rundlich bis ei- bis spindel-stabförmig, bisweilen unregelmäßig, selten mit Buckeln oder Hörnchen, mit Querfurche und Längsfurche. Die Querfurche ist halbringförmig, ringförmig oder schraubenförmig. Längsfurche längsverlaufend, die Querfurche schneidend. Die Querfurche macht oft mehr als einen Schraubenumlauf, dann ist auch die Längsfurche spiralig.

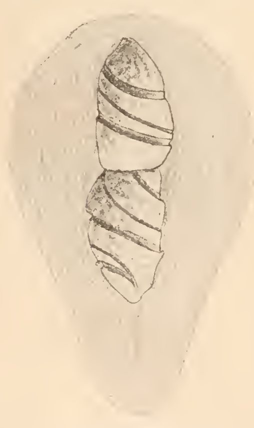


Fig. 1. *Cochlodinium geminatum* Schütt, 2 Zellen in dicker Gallerthülle. (Nach Schütt.)

Anatomisches Verhalten. Membran fehlt oder ist ein zusammenhängendes Häutchen oder eine dicke Gallerthülle, oder eine Cellulosehülle, die den Körper oft so lose umschließt, dass die plasmatische Zelle darin schwimmt. Plasma oft mit sehr starker, membranähnlich differenzierter Hautschicht. Körnerplasma mit oder ohne Chromatophoren. Chromatophoren grün oder gelb, rundliche oder stabähnlich gestreckte Plättchen.

Kern groß, mit meist annähernd parallelem, den ganzen Kern durchziehendem Fadenverlauf.

Stigma fehlend oder vorhanden, bei manchen Arten besonders blasenartig groß und mit linsenartigem Körper.

Fortpflanzung unvollkommen bekannt. Querteilung der Zelle meist in Gallerthülle beobachtet.

Geographische Verbreitung. In Süßwasserseen und Teichen besonders Arten mit grünen Chromatophoren; marin besonders Arten mit gelben Chromatophoren neben chromatophorenfreien. Die größeren Arten besonders in wärmeren Meeren.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Wegen mangelnder Kenntnis der Entwickelungsgeschichte ist die systematische Stellung noch unsicher. Furchen- und Geißelverhältnisse

stellen sie den *Peridiniaceae* nahe, der Mangel eines Panzers nähert sie den *Volvocaceae.* Einzelne Entwickelungsstadien (*Pyrocystis*) erinnern an *Desmidiaceae.* Einige Vertreter der Familie dürften auch in die animalische Reihe der Lebewesen hinüberleiten, während noch andere vielleicht nur unerkannte Sporenstadien anderer Familien, namentlich von *Peridiniaceae,* sind.

Einteilung der Familie.

A. Zelle mit zusammenhängender Cellulosemembran . . . . **I. Pyrocysteae.**
- a. Zelle mit dünnem, der Membran anliegendem Plasmaschlauch und großem Saftraum, nur zeitweilig Gymnodinienform annehmend . . . . **1. Pyrocystis.**

B. Zelle nackt oder in gallertartiger Hülle von Gymnodinienform, ohne großen Saftraum **II. Gymnodinieae.**
- a. Die Querfurche macht nur einen halben Schraubenumgang . . . **2. Hemidinium.**
- b. Die Querfurche macht einen ganzen Schraubenumgang oder mehr.
  - α. Stigma fehlend oder klein, ohne große Linse.
    - I. Querfurche fast kreisförmig.
      - 1. Querfurche so weit nach vorn verschoben, dass der Vorderkörper kopfförmig wird **3. Amphidinium.**
      - 2. Querfurche der Mitte genähert . . . . **4. Gymnodinium.**
    - II. Querfurche eine sehr stark steigende Schraube.
      - 1. Querfurche macht wenig mehr als einen Schraubenumgang. Längsfurche fast gerade . . . . **5. Spirodinium.**
      - 2. Querfurche macht 1½ oder mehr Schraubenumgang. Längsfurche stark schraubig gedreht . . . . **6. Cochlodinium.**
  - β. Stigma blasenartig, groß, mit großer Linse . . . . **7. Pouchetia.**



Fig. 2. *A Pyrocystis noctiluca* Murray (200/1). — *B—F P. lunula* Schütt (570/1). *B* Zelle mit 2 Safträumen; *C* Zelle mit 1 Saftraum. — *D—F* Umbildung des Inhalts in gymnodiniumähnliche Schwärmsporen. (*A* Nach Schütt; *B—E* Original; *F* z. T. nach Pouchet.)

1. **Pyrocystis** Murray (*Gymnodinium* Stein). Zelle kugelförmig bis spindelförmig, oft gekrümmt, mit zusammenhängender, weicher, doppelbrechender Cellulosemembran. Plasmakörper derselben Zelle zu verschiedenen Zeiten habituell sehr verschiedenartig. I. Tetrasporaceenstadium: Ein Plasmaschlauch liegt als dünner Wandbeleg der Membran an und umschließt einen großen Saftraum, oder bei sehr gestreckten Zellen zuweilen 2 große Safträume, die durch eine Plasmabrücke getrennt sind. Der Kern lagert in der Plasmabrücke oder er liegt umgeben von einem dichten Plasmamantel der Wand an oder er ist an Plasmasträngen aufgehängt. Von ihm strahlen festere verzweigte Plasmastränge aus, die Körnchen, Tröpfchen und Chromatophoren führen. Die Chromatophoren sind gelbe, rundliche bis stäbchenähnlich gestreckte Plättchen; sie lagern der Wand angeschmiegt im Cytoplasmaschlauch, oder im Kernmantel resp. Brücke und in den Verbindungssträngen. II. Gymnodinienähnliches Stadium: entsteht aus dem ersteren, indem das Plasma sich von der Wand trennt und von den Enden der Zelle nach der Mitte zurückgezogen wird, indem gleichzeitig die Vacuolen verkleinert werden. Der Zwischenraum zwischen Membran und Plasma füllt sich mit Wasser. Die Zelle bleibt dabei straff oder sie collabiert mehr oder weniger, namentlich an den Hornenden. In der Flüssigkeit schwimmt der Plasmakörper wie der Dotter im Ei. Er nimmt Gymnodiniumform an, indem er sich ventralwärts abflacht, Längs- und Querfurche entwickelt und Längs- und Quergeißel ausbildet, die innerhalb der losen Zellmembran beweglich sind. Die plasmatische Zelle kann sich nun teilen. Durch mehrfach wiederholte Zweiteilung können sich innerhalb der Cellulosemembran 8 und vielleicht mehr kleine, wie Gymnodinien aussehende Zellen ausbilden. Was weiter geschieht ist unbekannt. Wahrscheinlich ist die Teilung Vorbereitung zur Schwärmsporenbildung.

Marin. 3 Arten. *P. lunula* Schütt (Fig. 2 *B—F*), halbmondförmig, in Ostsee, Nordsee, Mittelmeer, Atlantic. *P. noctiluca* Murray (Fig. 2 *A*), kugelförmig.

2. **Hemidinium** Stein. Gestalt etwa eiförmig, nackt oder mit zarter Hülle. Von der Querfurche ist nur die linke Hälfte ausgebildet. Längsfurche gerade, longitudinal. Chromatophoren zahlreich, klein, gelb.

1 Art. *H. nasutum* Stein (Fig. 3). Süßwasser. Europa.



Fig. 3. *Hemidinium nasutum* Stein (300/1). (Nach Stein.)

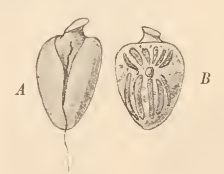


Fig. 4. *Amphidinium operculatum* Clap. et Lach. *A* ventrale Gürtelansicht; *B* dorsale Gürtelansicht (150/1). (Nach Stein.)

3. **Amphidinium** Clap. et Lach. Gestalt stabförmig, ei- bis nahezu kugelförmig, z. T. stark dorsiventral abgeplattet. Vorderhälfte sehr klein, knopfförmig oder deckelartig. Längsfurche über die ganze Hinterhälfte ausgedehnt und, wie es scheint, erweiterungs- und verengerungsfähig. Wahrscheinlich nackt, nach Stein aber mit sehr dünner, in der Längsfurche unterbrochener Hülle. Braune bis grüne Chromatophoren von bandförmiger bis kürzerer Gestalt vorhanden, die sich oft ganz oder teilweise um einen centralen Amylumherd strahlig gruppieren. Bisweilen ordnen sich die Chromatophoren zu dorsalen parallelen Reihen an. Kern in der Hinterhälfte.

4 Arten, marin. *A. operculatum* Clap. et Lach. (Fig. 4). Süßwasser und Salzteiche.

4. **Gymnodinium** Stein. Zelle nackt oder in lockerer, gallertartiger Hülle. Gestalt verschieden, kugelig bis stabförmig. Ventralseite meist abgeflacht bis concav. Querfurche meist tief rinnenförmig, annähernd in der Mitte; den Körper in 2 fast gleichwertige Hälften teilend, fast kreisförmig oder niedrig schraubig. Längsfurche meist

kerbartig vertieft und nach hinten verbreitert, fast gerade, meist wenig nach vorn hinübergehend. Bisweilen mit Längsfaltung der Oberfläche. Beide Geißeln an derselben Stelle, der Schnittstelle der Furchen, entstehend. Chromatophoren grün, gelb oder braun, oder fehlend. Stigma fehlend, oder wenn vorhanden klein, ohne großen Linsenkörper.

Meer- oder Süßwasser. Artenzahl ca. 15, unsicher, weil z. T. Sporenstadien anderer Gattungen hierher gezogen; Süßwasser: *G. fuscum* (Ehrenb.) Stein (Fig. 5 *A*); marin: *G. diploconus* Schütt (Fig. 5 *B*, *C*), *G. fusus* Schütt (Fig. 5 *D*).



Fig. 5. *A Gymnodinium fuscum* (Ehrenb.) Stein (300/1). — *B*, *C G. diploconus* Schütt (500/1). — *D G. fusus* Schütt in dünnhäutiger Hülle (250/1). *A* u. *C* mit Chromatophoren; *B* Ectoplasma mit Längsfalten. (*A* nach Stein; *B*—*D* nach Schütt)

5. **Spirodinium** Schütt. Zelle nackt oder in lockerer Hülle, die dick, gallertartig geschichtet, oder dünn hautartig ist und den Körper nicht dicht umschließt, davon durch dicke wässerige Zwischenschicht getrennt. Gestalt verschiedenartig: kugelig, spindelförmig, stabförmig, bis unregelmäßig. Längs- und Querfurche rinnenförmig. Die Querfurche macht wenig mehr als einen Schraubenumgang. Schraube mit sehr starker Steigung. Längsfurche gerade oder wenig spiralig gebogen. Querfurchengeißel entspringt an der vorderen, die Längsfurchengeißel an der hinteren Schnittstelle der Querfurche und Längsfurche. Chromatophoren gelb oder fehlend. Stigma fehlend oder wenn vorhanden klein, ohne Linse. Plasma bisweilen rosig. Oberfläche bisweilen fein parallelstreifig gefaltet.

Marin. Artenzahl unsicher, ca. 10. *S. spirale* (Bergh) Schütt (Fig. 6).



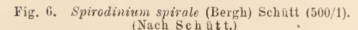


Fig. 6. *Spirodinium spirale* (Bergh) Schütt (500/1). (Nach Schütt.)



Fig. 7. *Cochlodinium strangulatum* Schütt (160/1). (Nach Schütt.)

6. **Cochlodinium** Schütt. Zelle nackt oder in lockerer Hülle, die dick, gallertartig geschichtet, oder hautartig dünn, aber viel größer als der Plasmakörper ist, von diesem durch eine dicke, wässerige Zwischenschicht getrennt ist. — Gestalt verschiedenartig, kugelig-stabförmig, bis unregelmäßig, bisweilen mit Buckeln oder Hörnchen. Längs- und

Querfurche rinnenförmig, beide schraubenförmig. Die Querfurche bildet eine Schraube mit sehr großer Steigung und $1\,^1/_2$ und mehr Umdrehungen, die Längsfurche bildet eine steile Schraube von $^1/_2$ oder mehr Umdrehung. Die Querfurchengeißel entspringt an der vorderen, die Längsfurchengeißel an der hinteren Schnittstelle von Längs- und Querfurche. Chromatophoren gelb oder fehlend. Stigma fehlend, oder wenn vorhanden klein, ohne große Linse. Oberfläche bisweilen gestreift-gefaltet.

Marin. Artenzahl unbestimmt. *C. strangulatum* Schütt (Fig. 7).

7. **Pouchetia** Schütt. Gestalt etc. wie bei *Cochlodinium*, unterscheidet sich davon durch complicierteren Stigmenapparat, dieser besteht aus der Verbindung eines meist roten oder schwarzen großen Pigmentkörpers mit einer (oder mehreren) großen, farblosen, stark lichtbrechenden Kugel (Linsenkörper).

Marin. 10 Arten, namentlich oder ausschließlich im Warmwassergebiet, z. B. Mittelmeer. *P. fusus* Schütt (Fig. 8).

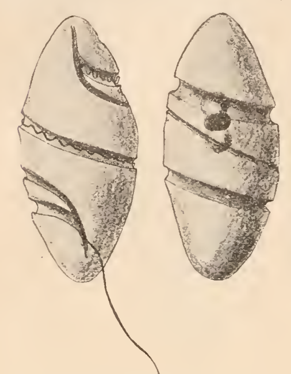


Fig. 8. *Pouchetia fusus* Schütt. (Nach Schütt.)

Prorocentraceae

von

F. Schütt.

Mit 6 Einzelbildern in 4 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1896.)

Wichtigste Litteratur. R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morph. Jahrb. VII. 1882. — Fr. von Stein, Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt. II. Hälfte: der Organismus der arthrodelen Flagellaten, 1883. — O. Bütschli, Dinoflagellata in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, II. 1885. — G. Klebs, Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Peridineen. Botan. Zeitg. 1884. — F. Schütt, Die Peridineen der Planktonexpedition, I. Teil. Studien über die Zelle. Ergebnisse der Planktonexpedition, Bd. IV. M. a. A.

Merkmale. Mikroskopisch, einzellig, einzeln. Form einfach, ei- bis stabähnlich. Membran aus Cellulose, nicht verkieselt, starr panzerartig, aus 2 Platten zusammengesetzt. Platten (Schalen) uhrglasartig gekrümmt, mit den Rändern aufeinander passend, fast gleich, ohne Gürtelband, direct mit einander verbunden, übersäet mit Poren. Eine Schale, meist mit einer rudimentären, stachelähnlichen Leiste nahe der Gürtellinie; daneben Geißelspalte, d. h. lochartige Membrandurchbrechung zum Austritt von plasmatischen Bewegungsorganen. Bewegung durch 2 Geißeln, deren eine bei der Bewegung voranschreitet, die andere um die Basis der ersten herumschlingt oder seitlich gerichtet

ist. Chromatophoren gelb. Vermehrung durch Zweiteilung. Jede Tochterzelle erhält eine Schale der Mutterzelle und bildet die andere neu.

Morphologisches Verhalten. Die Gestalt der Zelle ist einfach, ellipsoidisch, eiförmig, stabartig bis kommaartig, mit einer Gürtellinie. Senkrecht zur Gürtelebene etwas abgeflacht. Gürtellinie an einem Ende stumpfer, oder ein wenig eingezogen (Nabel). Hörner, Buckel und ähnliche Auswüchse sind nicht vorhanden, bisweilen ein stachelartiger Anhang neben dem Nabel.

Orientierung. Wir stellen die Zelle so auf, dass der Gürtel horizontal steht, und nennen die Achse, die senkrecht auf der Mitte der Gürtelebene steht, die Gürtelachse oder Centralachse. Sie ist Verticalachse. Fassen wir die Gürtelebene als Querschnitt auf, so ist die Verticalachse die Längsachse (nicht zu verwechseln mit längster Achse). In der Gürtelebene liegen 2 andere Hauptachsen, die Dorsiventralachse oder Sagittalachse, die durch den Nabel geht, und senkrecht dazu die Transversalachse. Beide schneiden die Gürtelachse. Ein Schnitt durch die Gürtelebene teilt den Körper in eine obere und untere Hälfte, ein Schnitt durch Gürtelachse und Transversalachse teilt ihn in einen dorsalen und ventralen Teil. Letzterer wird markiert durch den Nabel (Geißelspalte). Ein Schnitt durch Gürtelachse und Sagittalachse teilt eine rechte von einer linken Abteilung.

Anatomisches Verhalten. Membran. Die Zelle wird umhüllt von einer aus Cellulose gebildeten, panzerartig festen Membran, welche aus 2 Panzerplatten (Schalen) gebildet wird, die in der Gürtellinie mit einander verbunden sind. Die Schalen sind übersäet mit feinen Poren. Die untere Schale ist an der oben als Nabel bezeichneten Stelle durchbohrt. Die Öffnung „Geißelspalte" dient zum Durchtritt der Geißeln. Daneben trägt die untere Schale zuweilen einen zahn-, oder stachelartigen Membranauswuchs (= Ansatz einer Flügelleiste).



Fig. 9. *Exuviaella Lima* Ehrb., Schalenansicht. Die beiden Schalen getrennt (200/1). (N. Stein.)

Protoplasma. Innerhalb der Membran folgt die Hautschicht, dann Körnerplasma mit Chromatophoren, innen körnerarmes Füllplasma mit Vacuolen, Kern und 1 oder 2 Pusulen. Der Kern ist groß und liegt in der Gürtelebene etwas dorsalwärts. Er ist linsenförmig oder V förmig und scheint dicht angefüllt mit Kernfäden, die bei den linsenförmigen bündelweis parallel liegen. Pusulen sind Protoplasmaorgane, mit besonderer Protoplasmawandschicht versehene, mit Flüssigkeit versehene Bläschen, den sog. „contractilen Vacuolen" homolog. Sie münden mit feinem Canal in die Geißelspalte. Chromatophoren bilden gelbe Platten oder Plättchen, die bisweilen lappig ausgebuchtet sind; oft decken sie sich mit den Rändern, so dass sie eine grosse Platte zu bilden scheinen. Pyrenoid fehlt oder ist in der Zweizahl vorhanden, der Mitte jeder Schale anliegend.

Geißeln. Die Zelle bewegt sich mit Hülfe von 2 Geißeln, die aus der Geißelspalte entspringen. Die eine derselben geht bei der Bewegung voran, die Bewegungsart der anderen ist unsicher, Schwingungen um die Basis der ersten Geißel und in der Gürtelrichtung sind beobachtet. Die Zelle bewegt sich in spiraligen Bahnen.

Fortpflanzung. Teilung noch nicht vollständig beobachtet. Nach der Teilung beobachtete Zellen hafteten mit 2 Schalen an einander. Die Teilung verläuft voraussichtlich in der Art, dass das Protoplasma sich in der Gürtelebene durch ringförmige Einschnürung teilt, die beiden Schalen sich trennen, und jede Zelle eine alte Schale behält und eine neue dazu ausscheidet.

Sporenbildung ist unbekannt.

Geographische Verbreitung. Integrierender Bestandteil der Planktonflora der warmen wie der kälteren Meere.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *P.* stehen am nächsten den *Peridiniaceae* und mit diesen zusammen den *Bacillariaceae*, mit denen sie durch die Eigenschaften des Panzers verknüpft werden. Andererseits schließen sie sich den *Volvocaceae* an.

Einteilung der Familie.

A. Geißelspalte röhrenartig ins Innere hineinragend . . . . **1. Cenchridium.**

B. Geißelspalte nicht röhrenartig ins Innere hineinragend.

I. Gestalt ellipsoidisch, vorn und hinten stumpf abgerundet, meist ohne Zahnfortsatz, oder zu beiden Seiten der Geißelspalte mit sehr zarten, rudimentären Zähnchen **2. Exuviaella.**

II. Gestalt kommaartig, am Vorderende stumpf, nach hinten zugeschärft, hinter der Geißelspalte meist mit kräftigem Zahnfortsatz . . . . **3. Prorocentrum.**

1. **Cenchridium** Stein (*Entosolenia* Williams). Gestalt ellipsoidisch bis eiförmig. Ausdehnung in der Richtung der Dorsoventralachse am größten, in der Richtung der Gürtelachse am kleinsten. Panzer aus 2 uhrglasähnlichen Schalen bestehend, die mit den ringförmigen Rändern vereinigt sind (Ringnaht, Gürtellinie), ungleich porös. Poren bald nur auf der dorsalen Hälfte, bald ringartig neben der Gürtellinie angeordnet. Geißelspalte mit einem röhrenartigen, ins Innere vorspringenden geraden oder gebogenen Membranauswuchs.

3 marine Arten, im Warmwassergebiet. *C. globosum* (Williams) Stein (Fig. 10).

2. **Exuviaella** Cienk. (*Pyxidicula* Ehrenb., *Cryptomonas* Ehrenb., *Dinopyxis* Stein, *Postprorocentrum* Gourret). Gestalt mehr minder angenähert eiförmig, bisweilen fast kugelig, bisweilen fast stabartig oder dattelförmig verlängert, in der Richtung der Gürtelachse mehr oder minder stark abgeflacht. Panzer aus 2 uhrglasähnlichen Schalen bestehend, die mittelst Ringnaht mit den Rändern aneinander stoßen. Die Schalen am vor-

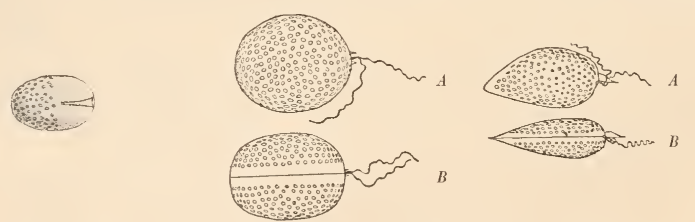


Fig. 10. *Cenchridium globosum* (Williams) Stein, Schalenansicht (300/1). (Nach Stein.)

Fig. 11. *Exuviaella marina* Cienk. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (400/1). Ventralseite rechts. (Nach Schütt.)

Fig. 12. *Prorocentrum micans* Ehrenb. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (400/1). (N. Schütt.)

deren Ende nicht ganz gleich, die eine meist mit einem seichten Ausschnitt. Die Geißelspalte mit oder ohne zahnartigen, unbedeutenden seitlichen Membranfortsatz (Flügelleiste-Stachel). Panzerstructur porös, mit zerstreuten runden Poren, neben der Gürtellinie meist structurfreie Zone. Chromatophoren 2 große, uhrglasähnliche gelbe Platten, den beiden Schalen des Panzers anliegend, im Centrum mit oder ohne Pyrenoid, oder zahlreiche kleinere, dem Panzer angelagerte gelbe Plättchen. Kern linsen-nierenförmig, transversal abgeflacht, in der Gürtelebene nahe dem hinteren Körperende gelagert. Pusulen: 1 oder 2 kugelige Sackpusulen in der Nähe der Geißelspalte, in diese mit deutlichem Canal mündend, bisweilen noch mehrere große Nebenpusulen.

Teilung entsprechend der Gürtelebene, also Querteilung.

3—4 Arten, marin, wohl Kosmopolit. *E. marina* Cienk. (Fig. 11).

3. **Prorocentrum** Ehrenb. (*Miliola* Ehrenb.) Gestalt mehr minder angenähert herz- bis kommaförmig, am ventralen Körperende stumpf, bisweilen hier vertieft.

Dorsales Ende stets deutlich zugespitzt, in verticaler Richtung meist stark abgeflacht. Panzer wie bei *Exuviaella* aus 2 Schalen gebildet, doch sind die Platten schwächer gewölbt und dorsalwärts zugespitzt. Am ventralen Ende entweder eine oder beide Platten mit einem kleinen, dorsal von der Geißelspalte gestellten zahnartigen Anhängsel, der in ersterem Fall nur eine solide Membranwucherung (Stachel) (Andeutung einer Furchenflügelleiste, cf. *Peridiniaceae*) ist, in letzterem Falle schließen beide Anhängsel zu einem kleinen hohlen, von Plasma gefüllten Hörnchen zusammen. Geißelspalte klein, lochartig, nicht röhrenförmig. Panzerstructur porös mit zerstreuten runden Poren.

Chromatophoren 2 große ungelappte oder 2 reich gelappte oder mehrere kleinere, den Schalen anliegende gelbe Platten. Kern ei-linsenförmig, meist V förmig oder nierenförmig. Pusulen: in der Nähe der Geißelspalte 2 kugelige bis eiförmige Sackpusulen mit engem Ausführungscanal.

4 Arten, wahrscheinlich kosmopolitisch, marin. *P. micans* Ehrenb. (Fig. 12).

Peridiniaceae

von

F. Schütt.

Mit 66 Einzelbildern in 30 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1896.)

Wichtigste Litteratur. R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morpholog. Jahrbuch. Bd. VII. 1882, p. 177—288. — Fr. von Stein, Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt. II. Hälfte: Der Organismus der arthrodelen Flagellaten. 1883. — Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen- und Infusoriengruppen. Unters. aus d. bot. Inst. zu Tübingen. Bd. I. 1883, p. 233—362. — P. Gourret, Sur les Péridiniens du golfe de Marseille. Ann. du Musée d'hist. nat. de Marseille. Zoologie, T. I. 1883. — G. Pouchet, Contribution à l'histoire des Péridiniens. Journ. de l'anat. et de la physiol. 1883, p. 399; 1885, p. 28; 1885, p. 525; 1887, p. 87; 1892, p. 143. — G. Klebs, Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Peridineen. Botan. Zeitg. 1884, p. 721 u. 737. — Bütschli, Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten und der Noctilucen. Mit einem Beitrag von E. Askenasy. Morphol. Jahrbuch 1885, p. 529. — O. Bütschli, Dinoflagellata. In H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. II. Abt. 3. Ordn. 1885, p. 906. — R. S. Bergh, Über den Teilungsvorgang bei den Dinoflagellaten. Zool. Jahrbücher 1886, p. 76. — V. Hensen, Über die Bestimmung des Planktons. V. Bericht der Commission z. w. Unters. d. d. Meere in Kiel. 1887, p. 108. — K. Möbius, Systematische Darstellung der Tiere des Planktons etc. V. Bericht d. Commission z. wiss. Unters. d. d. Meere in Kiel. 1887, p. 109. — F. Schütt, Über die Sporenbildung mariner Peridineen. Ber. d. D. Botan. Gesellschaft 1887, p. 364. — E. Penard, Recherches sur le Ceratium macroceros. Genève 1888. — V. Hensen, Die Expedition der Section f. Küsten- und Hochseefischerei in d. östl. Ostsee. VI. Bericht der Commission z. wiss. Unters. d. d. Meere in Kiel. 1890, p. 99. — A. J. Schilling, Die Süßwasser-Peridineen. Marburg 1891. — E. Penard, Les Péridiniacées du Leman, Bull. d. trav. de la soc. bot. de Genève. 1891, p. 63. — F. Schütt, Über die Organisationsverhältnisse des Plasmaleibes der Peridineen. Sitzungsber. d. k. Pr. Akademie der Wiss. zu Berlin. 1892, p. 377. — Derselbe, Analytische Planktonstudien. — Ders., Das Pflanzenleben der Hochsee, in Ergebnisse der Planktonexpedition I. A. Reisebeschreibung 1892, p. 243 und separat Kiel 1893. — K. Levander, Peridinium cate-

natum. Acta soc. pro fauna et flora fennica. Helsingfors 1894. — F. Schütt, Die Peridineen der Planktonexpedition, I. Teil. Studien über die Zelle der Peridineen, in Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. IV. M. a. A.

Merkmale. Mikroskopisch, 1zellig, einzeln, seltener zu Ketten verbunden. Form sehr verschieden, nicht selten mit horn- und stachelartigen Auswüchsen. Membran aus Cellulose gebildet, nicht verkieselt, starr, panzerartig aus 6 oder mehr Platten zusammengesetzt. Zwei Gruppen von Panzerplatten: Gürtelplatten und Boden- resp. Deckelplatten (Schalen). Gürtelplatten bilden einen einfachen, gebrochenen Ring (= Querfurchenplatten), mit Schloss (= Längsfurchenplatten), die nach vorn und hinten zwischen die Deckelplatten hineinragen). Schalen aus 2 oder mehr durch Nähte verbundenen Endplatten gebildet. Zwischen Endplatten und Gürtelplatten schiebt sich oft ein Ring von Zwischenplatten ein. Gürtelplatten bilden meist rinnenartige Vertiefung der Oberfläche (Querfurche und Längsfurche). Platten an den Nahtlinien durch Verfalzung mit einander verbunden. Membran übersäet mit feinsten Poren. Centrifugales Dickenwachstum der Membran bildet Verstärkungsleisten auf der Außenseite, die meist zu areolären Liniensystemen verbunden sind. Besonders hervorragende Membranverdichtungen bilden Stachel- und Flügelleisten. Furchen meist von Flügelleisten begrenzt. Spaltartige Membrandurchbrechung (Griffelspalte) zum Austritt von plasmatischen Bewegungsorganen. Bewegung durch 2 Geißeln, die eine, der Querfurche folgend, quer um den Körper gelagert, die andere nach hinten gerichtet. — Chromatophoren grün, gelb, oder fehlend, zahlreiche Plättchen.

Vermehrung durch Zweiteilung. Teilungsebene schief oder längs. Jede Tochterzelle erhält die Hälfte der Panzerplatten der Mutterzelle und bildet die andere Hälfte neu. Schwärmsporenbildung unter Abwerfung des Panzers mit oder ohne Gallerthüllenbildung (Ruhesporen), verbunden mit oder ohne Zellteilung.



Fig. 13. Schwebeeinrichtungen. *A* Kette von *Ceratium tripos* Nitzsch. — *B* *Ornithocercus splendens* Schütt, Körper durch abnorme Größe der Gürtelrandleisten fallschirmartig (250/1). (*A* Original; *B* nach Schütt.)

Morphologisches Verhalten. Die Gestalt der *P.* ist so verschieden, dass sich schwer etwas Allgemeines darüber sagen lässt, doch lässt sie sich immer als Ableitung auf eine einfache morphologische Grundform zurückführen: den Cylinder mit einer Ringfläche und

einer Deckel- und einer Bodenfläche. Die Cylinderform bleibt aber nie rein erhalten. Der Gürtel zerfällt in 2 Teile, einen ringförmig quer um den Körper herumlaufenden, den eigentlichen Gürtelring, und einen diesen ersten schneidenden senkrechten Teil, der sich zu dem ersten verhält wie das Schloss zum Ring des Gürtels. Beide Teile sind häufig, wenn auch nicht immer, rinnenartig vertieft und geben dann als »Querfurche« und »Längsfurche« ein besonders leicht erkennbares habituelles Merkmal der Familie ab. Die Querfurche trennt Deckel- und Bodenfläche des Cylinders, die Längsfurche schiebt ihre Enden keilartig in die Deckel- und Bodenfläche hinein. Der Gürtelring ist stets gebrochen; an der Bruchstelle sitzt das Schloss. Die Bruchstellen sind meist gegen einander verschoben: der Ring bildet keinen Kreis-, sondern einen Schraubenumlauf. Die Schraube ist rechtsläufig oder linksläufig. Die beiden Endflächen sind verschiedenartig und oft sehr compliciert gewölbt, die eine, die obere, zeichnet sich meist durch eine eigenartige Spitze, den »Apex« aus.

Schwebeeinrichtungen. Die meisten Hochseeformen haben eigenartige Einrichtungen, die ihnen das Schweben im Wasser erleichtern. Dieselben beruhen zumeist auf bedeutender Vergrößerung der Oberfläche und damit Vergrößerung des Wasserwiderstandes beim Bewegen der Zelle. Die große Oberfläche wird erreicht durch Abplattung des Körpers zur Blattform, oder Streckung desselben zur Stabform oder durch lange hornartige Auswüchse, oder durch Vergrößerung einzelner Leisten der Membranverstärkung, namentlich der Randleisten des Gürtels.

Orientierung. Stellen wir die Zelle so, dass der Gürtel horizontal steht, der Apex nach oben, das Gürtelschloss nach vorn, so ergeben sich 3 Hauptachsen. Die Gürtelachse oder Cylinder-Spindelachse ist Längsachse. Sie verbindet die morphologischen Mittelpunkte der oberen und unteren Deckelfläche und kann auch Centralachse heißen. Jeder Schnitt parallel zur Längsachse des Cylinders ist ein Längsschnitt; trifft er die Achse, so ist er ein Radialschnitt. 2 Radialschnitte sind besonders wichtig, der eine, »Sagittalschnitt«, geht durch das Schloss oder den Nabel; er geht von vorn nach hinten und teilt den Körper in eine rechte und eine linke Hälfte, der andere ihn rechtwinklig schneidende »Transversalschnitt« geht von links nach rechts und teilt den Körper in eine »ventrale«, das Gürtelschloss enthaltende und eine »dorsale« Hälfte. Jeder Schnitt senkrecht zur Längsachse ist ein Querschnitt; der morphologisch mittlere Querschnitt geht durch den Gürtel und teilt den Körper in einen »vorderen« oder »oberen« und einen »hinteren« oder »unteren« Abschnitt. Die Querfurche kann nach oben oder nach unten verschoben sein, dann sind oberer und unterer Abschnitt des Körpers ungleich groß.

Symmetrie. Der morphologische Grundtypus, von dem alle Formen abgeleitet wurden, wird durch verschiedene Ebenen symmetrisch geteilt. Durch die specielle Ausbildung wird aber die Symmetrie der Anlage so sehr gestört, dass sich bei keiner Form mehr eine reine Symmetrieebene findet. Obere und untere Deckelfläche sind stets verschiedenartig gewölbt, daher der mittlere Querschnitt keine reine Symmetrieebene. Der Körper ist ausgesprochen bilateral zum Sagittalschnitt, die Seiten sind aber nur selten, z. B. bei den *Dinophyseae*, abgesehen von Membranverdickungen, annähernd symmetrisch. Der Transversalschnitt ist wegen der Dorsiventralität der Anlage niemals eine Symmetrieebene.

Anatomisches Verhalten. Membran. Die Zelle wird umhüllt von einer aus Cellulose gebildeten panzerartig festen Membran, welche aus einer Anzahl von Platten zusammengesetzt ist, die nicht fest mit einander verwachsen, sondern durch Falze mit einander verbunden sind. Die Anzahl, Größe und Anordnung der Platten ist für jede Species bestimmt. Der Panzer besteht aus drei Abteilungen. Die eine, der Gürtelpanzer, bedeckt die Gürtelfläche, die beiden anderen, die Schalen, bedecken die Deckelflächen, die obere Schale = Epivalva, die untere Schale = Hypovalva. Abweichungen von diesem Grundtypus finden nach 2 Richtungen hin statt: Reduction und Zerteilung. Die Reduction findet in der Art statt, dass eines der Hauptpanzerstücke im Verhältnis zu den anderen kleiner ausgebildet oder ganz unterdrückt wird (z. B. *Ptychodiscus* ersetzt die Quer-

furchenplatten durch einen auf einer zusammenhängenden weichen Membran gebildeten Ring). Totale Reduction eines Hauptstückes ist selten, sehr häufig ist die Zerteilung eines Panzerstückes in mehrere Platten. Nicht selten ist Zerteilung eines Stückes in mehrere Platten bei einer Gattung verbunden mit Reduction einzelner der secundären Teile bei einzelnen Species der Gattung. Die Zerteilung befolgt bestimmte Regeln. Die 3 Hauptstücke des Panzers werden in wenige Grundplatten von bestimmtem morphologischen Wert zerteilt, die dann weiter in einzelne subordinierte Platten aufgelöst werden, und diese können noch in tertiäre Teilstücke zerlegt werden.

Gliederung der Hauptstücke in Grundtafeln: Der Gürtelpanzer gliedert sich in Ringtafel (Querfurchentafel) (Gürtelband) und Schlosstafel (Längsfurchentafel). Die Schlosstafel zerfällt in 2 Teile, eine obere (prääquatoriale) und eine untere (postäquatoriale) Längsfurchentafel. Jede der beiden kann in mehrere Platten zerfallen. Die Schalen zerfallen meist in je 2 Tafeln, eine scheibenförmige und eine ringförmige; erstere, die »Endtafel« oder Polartafel, oder Deckeltafel, bedeckt den Pol, die andere, das »Zwischenband«, umgiebt die Deckeltafel wie ein flacher oder aufgerichteter Ring. Nach ihrer Lage zum Gürtelband sind die Deckeltafeln zu unterscheiden einerseits als obere (vordere, frontale oder apicale) Deckeltafel und andererseits als untere (hintere, terminale, oder antapicale) Deckeltafel; die ringartigen Zwischenbänder als oberer (vorderer oder prääquatorialer) Ring, und als unterer (hinterer oder postäquatorialer) Ring.

Die Deckeltafeln gliedern sich meist in 2 durch eine sagittale Naht verbundene Endplatten, oder in mehr durch meist radiale Nähte verbundene keilförmige Endplatten. Der Schalenring, das Zwischenband, gliedert sich meist in mehrere durch radiale Nähte verbundene Zwischenplatten (vordere und hintere Basalplatten, Prä- und Post-Äquatorialtafeln).



Fig. 14. *Peridinium divergens* Ehrenb., Gürtelbandring isoliert (300/1). (Nach Schütt.)

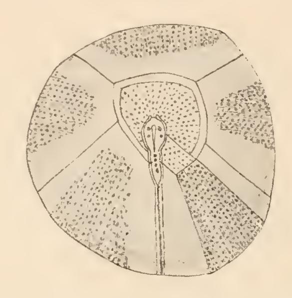


Fig. 15. *Blepharocysta striata* Schütt, Schalenansicht, Täfelung, Poren, Polarplättchen vor der Apicalöffnung (900/1). (Nach Schütt.)

Die Verbindung der Platten wird vermittelt durch übereinander geschobene Falzränder, die Verbindungsstelle ist die Naht.

Die Substanz der Membran ist Cellulose, Kieseleinlagerung ist wahrscheinlich nicht vorhanden.

Structur: Die Platten werden gebildet von einer feinen Grundlamelle, auf der durch eigentümlich localisiertes, centrifugales Dickenwachstum Verdickungsschichten meist in Leistenform entstehen. Die Grundmembran ist mit feinen Poren übersäet, die Verdickungsschichten bilden um sie herum uhrglasähnliche vertiefte Alveolen, oder isolierte oder netzartig verbundene Leistensysteme (Areolen). Die Oberfläche erscheint demnach punktiert, alveoliert, geperlt, areoliert, reticuliert, gestrichelt, gerippt u. s. w. Die Nähte sind oft umsäumt von einem Streifen senkrecht zur Naht gerichteter Leisten (Intercalarstreifen). Dornen und Stacheln sind besonders hervorragende stechende Membranwucherungen; sie sind isoliert oder bilden Verstärkungspfeiler in besonders hervorragenden Leisten (Flügelleisten), die besonders die beiden Furchen begleiten.

Öffnungen des Panzers. Der Vorderkörper der Zelle endet meist mit einem Röhrchen (Apex). Die Apicalöffnung ist durch ein mit mehreren kleinen Poren versehenes Polarplättchen geschlossen

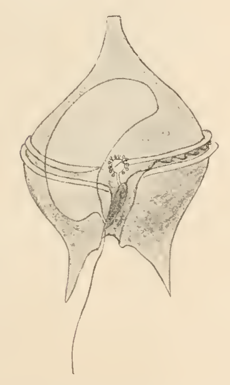
In der Schnittstelle von Längsfurche und Querfurche findet sich eine rundliche oder

länglich spaltförmige Öffnung der Membran, die Geißelspalte, durch die das Plasma mit dem umgebenden Wasser direct communiciert. Sie ist die Austrittsstelle für die geißelförmigen Bewegungsorgane.

Protoplasma. Die Hautschicht umschließt ein Körnerplasma, das Träger der Chromatophoren, Fettbildner und anderer Einschlüsse ist, und seinerseits ein körnerarmes Füllplasma umschließt und sich teilweise mit Strängen auch in dieses hineinerstreckt. Im Füllplasma finden sich, schwer sichtbar, meist schaumähnlich verteilt, Vacuolen, ferner Kern und Pusulen.

Der Kern ist sehr groß und trägt dadurch ein auffälliges Gepräge, dass die Kernfäden im ruhenden Kern nicht zusammengedrängt sind, sondern als meist parallel gelagerte Fäden fast den ganzen Kern durchziehen. Bei manchen Arten ist der Kern gefüllt mit doppeltbrechenden Stäbchen, die in oder neben den Kernfäden lagern.

Pusulen sind mit Flüssigkeit gefüllte Plasmaorgane, die den sog. »contractilen Vacuolen«, nicht den gewöhnlichen Vacuolen homolog sind. Sie bestehen in einem von besonderer Wandschicht umgebenen Flüssigkeitsraum, der mit einem feinen Canal in die Geißelspalte mündet (Sackpusule). Die Sackpusule wird dadurch zur Sammelpusule, dass sie umgeben wird von einer Zone von viel kleineren Tochterpusulen, die mit einem feinen Ausführungscanal in die Sammelpusule münden. Die Sackpusule entsteht aus der Sammelpusule durch Reduction der Tochterpusulen. Bei den *Dinophyseae* finden sich gewöhnlich 2 Sackpusulen in der Zelle, bei den *Ceratieae* eine Sack- und eine Sammelpusule. Selten ist diese Zahl verdoppelt (*Blepharocysta*). Die Function der Pusulen ist wie die des Kernes noch hypothetisch.



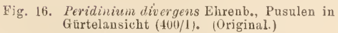


Fig. 16. *Peridinium divergens* Ehrenb., Pusulen in Gürtelansicht (400/1). (Original.)



Fig. 17. *Pyrophacus horologium* Stein, in Sporenbildung, geteilt in Sporenhaut, Chromatophoren, Kern, Geißel. Schalenansicht, von den Schalen nur Gürtelrandleisten gezeichnet (600/1). (Nach Schütt.)

Chromatophoren finden sich bei den meisten Arten. Die Farbe schwankt je nach den Arten von grün bis gelbbraun. Die gelben enthalten eine wasserlösliche, rotgelbe Chlorophyllmodification, Peridinin, neben einer grünen. Beim Absterben trennen sich beide, die rote diffundiert ins umgebende Wasser hinaus, die grüne ist im Wasser unlöslich. Die Farbe des Chromatophors schlägt beim Absterben von gelb in grün um. Die Form der Chromatophoren ist die dünner, meist an den Rändern zugeschärfter Plättchen. Der Umriss ist rundlich, bisquitförmig, lappig, stäbchenförmig, unregelmäßig.

Bei manchen Gattungen kommen neben gelben auch farblose Arten vor. Bei letzteren finden sich chromatophorenähnliche farblose Plättchen (Leucoplasten). Daneben findet sich flüssiges Fett in Plättchenform eingeschlossen in Lipoplasten (Fett-

bildnern). Besondere Plasmaeinschlüsse wie Nadeln, Fäden, etc. sind auf bestimmte Gattungen beschränkt.

Fortpflanzung. Teilung. Der gewöhnliche Fortpflanzungsmodus ist die Zweiteilung. Der Plasmakörper wird durch eine ringförmig von der Peripherie nach dem Centrum vordringende Einschnürung in 2 Teile geteilt. Die beiden getrennten Plasmaportionen runden sich ab. Dann wird auch der Panzer in 2 annähernd gleiche Teile zerlegt, indem der Zusammenhang der Platten in denjenigen Nähten, die der Teilungslinie entsprechen, gelöst wird. Jede Protoplasmahälfte behält eine Panzerhälfte. Die nach der Teilung unbedeckte Seite des Protoplasmas wächst so weit aus, bis sie die Form der alten Zelle hat, und scheidet auf ihrer Oberfläche dann neue Panzerplatten aus, die anfangs unverdickt und structurlos sind und ihre äußeren Structuren samt Flügelleisten durch nachträgliches centrifugales Dickenwachstum erlangen.

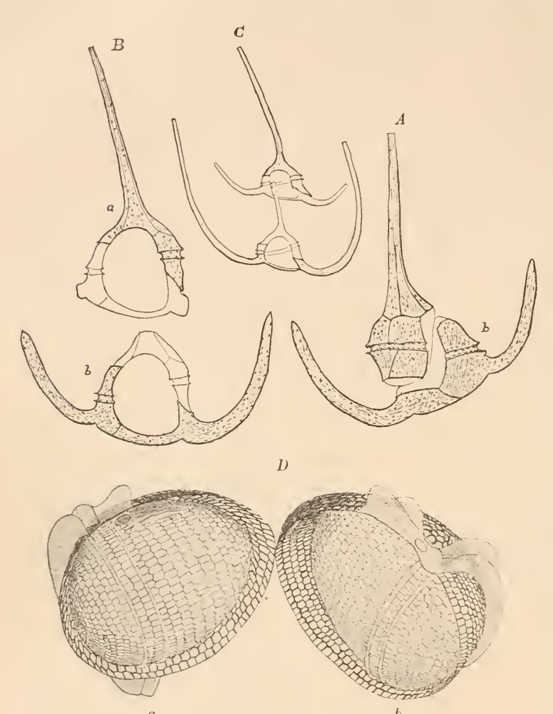


Fig. 18. *A—C Ceratium tripos* Nitzsch. *A* dorsale Gürtelansicht kurz nach der Teilung, *a* vordere, *b* hintere Tochterzelle (200/1); *B* Ausbildung der neuen Panzerplatten (200/1); *C* Kettenbildung infolge Teilung. — *D Phalacroma vastum* Schütt, die junge Panzerhälfte füllt die alte Hälfte noch nicht. Zelle *a* hat die rechte, *b* die linke Hälfte des Mutterzellpanzers erhalten (400/1). (*A*, *B* Original; *C* nach Berg; *D* nach Schütt.)

Die Teilung ist erst bei wenigen Gattungen bekannt. Die Teilungsebene ist bei den *Dinophyseae* parallel der Längsachse (im Sagittalschnitt), bei *Ceratium* schief dazu, so dass hier die eine Tochterzelle den größten Teil der oberen Schale, die Hälfte der Gürtelplatten und ein paar Platten der unteren Schale erhält, die andere den etwa gleich großen Rest. Bei den *Dinophyseae* erhält jede Tochterzelle eine halbe obere, eine halbe untere Schale und ein halbes Gürtelband.

Sporenbildung ist unvollkommen bekannt. Schwärmsporenbildung bei *Peridinium ovatum*: Das Plasma zieht sich von der Wand zurück und scheidet eine zusammenhängende Membran aus, die durch Verquellung der äußeren Schichten den Panzer an den oberen Nähten sprengt. Die Spore drängt sich heraus, sprengt die Hüllmembran und schwärmt eine Zeit lang. Eine Copulation schwärmender Sporen ist bisher nicht beobachtet, aber wahrscheinlich. Wenn keine Copulation eintritt, scheidet die Zelle einen neuen Panzer aus und vegetiert wie vorher.

Schwärmsporenbildung mit Teilung wurde bei verschiedenen Arten beobachtet. Bei *Gonyaulax spinifera* findet sich Zweiteilung des Plasmas vor dem Ausschlüpfen der Spore, bei *Pyrophacus* Vierteilung etc.



Fig. 19. *Peridinium ovatum* (Pouchet) Schütt, Schwärmsporenbildung (200/1). (Nach Schütt.)

Eine besondere Form der Sporenbildung sind die Gallertsporen; Zellen, die den Panzer gesprengt und mit sehr dicker Gallerthülle umgeben, ruhen. Plasmakörper einzeln oder mehrfach geteilt. Der Zweck der Gallertsporenbildung ist noch unbekannt (Ruhesporenbildung, sistierte Schwärmsporenbildung oder Vorbereitung zur Copulation).

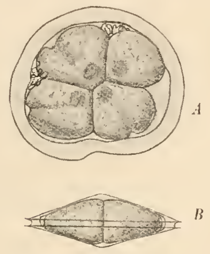


Fig. 20. Sporenbildung von *Pyrophacus horologium* Stein. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (300/1). (Nach Schütt.)



Fig. 21. Sporen in Gallerthülle; gesprengte Panzerstücke an der Oberfläche der Hülle haftend (300/1). (Nach Schütt.)

Geographische Verbreitung. Integrierender Bestandteil der Planktonflora der Süßwasserseeen wie des Meeres. Über die ganze Erde verbreitet, doch mit Unterschieden in der absoluten wie relativen Menge. Manche Gattungen hauptsächlich in den warmen Gewässern der Tropen, andere den Gebieten des kalten Wassers angehörend.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Von den *Prorocentraceae* unterscheiden sich die *P.* nur durch complicierlere Gliederung des Panzers, der bei jenen nur 2 Schalen ohne Gürtelplatten aufweist, und durch das Verhalten der Geißeln, von denen eine nicht bei der Bewegung vorangeht, sondern nachgeschleppt wird. Verbindungsglied ist *Ptychodiscus*, das außer den beiden Schalen nur noch ein häutiges, nicht panzerartiges Gürtelband hat. Mit den *Gymnodiniaceae* haben sie die Geißelverhältnisse und die Furchen gemein, jenen fehlt aber der Panzer. Verbindungsglied ist *Glenodinium*, dessen häutig weiche Hülle nicht panzerartig erscheint, aber bei der Sporenbildung an den Gürtelrändern klaffend seine Zusammensetzung aus 2 Schalen und Gürtelband beweist.

Sehr nahe verwandt sind die *P.* mit den *Bacillariaceae*. Verbindendes: Membran starr mit Cellulosegrundlage, keine einheitliche Hülle, aus Platten zusammengesetzt, Platten verfalzt, nicht verwachsen. Selbst die Anordnung der Platten folgt demselben Grundtypus: 3 Grundtafeln, d. h. 2 Schalen und 1 Gürtel. Bei verschiedenen Sippen beider Familien Zwischentafeln, die accessorische Ringe bilden. Selbst die sehr eigenartige

Structur der Membran ist bei beiden ganz ähnlich: feine poröse Grundmembran mit denselben eigenartigen centrifugalen Wandverdickungen, Leisten, Perlen, Stacheln, Flügelleisten etc. In der äußeren Form erinnert die häufige Horn- und Buckelbildung an manche Sippen der *Bacillariaceae*. Die Entwickelungsgeschichte zeigt bei beiden das Gemeinsame, dass bei der Teilung jede Tochterzelle die Hälfte des alten Panzers mitbekommt und die andere Hälfte neubildet. Bei beiden finden sich Spalten der Membran zum Austritt der Bewegungsorgane. Unterscheidendes: Die Membran der *P.* ist nicht verkieselt. Die Gürtelbandplatten greifen nicht über einander und sind nicht in einander verschiebbar. Bei der Teilung trennen sich die Panzerhälften, bevor die neue Schale ausgebildet wird, die neuen Schalen werden also nicht in der alten Membran ausgebildet, sind also nicht kleiner als die alten, die Auxosporenbildung ist darum nicht nötig. Die Bewegung wird bei *P.* durch 2 freie Geißeln vermittelt, bei den *Bacillariaceae* sind auch 2 Plasmaausstülpungen die Bewegungsvermittler, aber sie sollen nicht oder nur wenig aus dem Spalt hervortreten. Die 2 beweglichen Geißeln schließen die *P.* den *Protococcaceae* und *Volvocaceae* an. Mit den *Bacillariaceae* und *Prorocentraceae* zusammen schließen sie sich den *Desmidiaceae* nahe an.

Nutzen. Die *P.* werden vom Menschen nicht direct benutzt; indirect spielen sie auch für den Haushalt des Menschen eine hervorragende Rolle, indem sie mit den *Bacillariaceae* zusammen die Hauptmasse der Urnahrung des Meeres und der Seen ausmachen, auf deren Existenz der Fischreichtum der Gewässer größtenteils beruht.

Einteilung der Familie.

A. Zelle unvollkommen gepanzert. Gürtel weichhäutig.
 a. Hülle kaum panzerartig, weich, aus 2 structurlosen Schalen und Gürtel bestehend. **I. Glenodinieae.**
 b. Gürtel weichhäutig; Schalen panzerartig, structuriert, uhrglasförmig. **II. Ptychodisceae.**
B. Schalen- und Gürtelfläche gepanzert.
 a. Panzer ohne durchgehende Sagittalnaht. Schalen mit Endplatten und Zwischenplatten . . . . **III. Ceratieae.**
  I. Oberschale nicht verkürzt, vordere Endplatten wohl entwickelt.
   1. Gürtel vertieft oder durch Randleisten markiert . . . . **1. Ceratiinae.**
   2. Gürtel nicht vertieft, ohne Randleisten, meist ohne Ringplatten. **2. Podolampinae.**
  II. Oberschale meist verkürzt, knopf- oder kegelförmig. Unterschale kegelförmig; vordere Endplatten sehr klein, meist ohne Apicalöffnung; hintere Endplatte buckel- oder stachelartig. Gürtelrandleisten niedrig bis fehlend. **3. Oxytoxinae.**
  III. Oberschale flach deckelartig. Unterschale cubisch. Jede Schale mit rautenförmiger Endplatte und 4 Zwischenplatten. Gürtelrandleisten sehr breit fallschirmartig . . . . **4. Ceratocoryinae.**
 b. Panzer mit durchgehender Sagittalnaht. Jede Schale nur aus 2 Platten gebildet. Oberschale niedriger als Unterschale, deckelartig, ohne Apicalöffnung. **IV. Dinophyseae.**

I. Glenodinieae.

Zellhülle kaum panzerartig, aus 2 membranös weichen, structurlosen Schalen und Gürtel bestehend, die wie eine zusammenhängende Membran erscheint. Bei der Sporenbildung trennt sich der Zusammenhang zwischen Oberschale und Gürtelband. Aus dem Spalt wird die Spore entlassen.

1. **Glenodinium** Ehrenb. Gestalt rundlich, kugelig, eiförmig, birnförmig, bisweilen mit starker dorsiventraler Abplattung. Hülle sehr zart und structurlos. Zusammensetzung aus 3 Teilen: Gürtel, Vorder- und Hinterschale, Trennung der Teile in

kleinere Platten fehlt. Bei der Sporenbildung trennt sich die vordere Schale vom Gürtel. Hälften fast gleich. Querfurche fast kreisförmig, Längsfurche kurz und schmal, vordere nach hinten gerichtet, wenig oder gar nicht nach vorn ausgedehnt. Chromatophoren der Süßwasserarten grün, der marinen braun. Bisweilen ein Stigma in der Nähe der Querfurche. *G.* bildet durch seine weiche, nicht panzerartige Hülle ein Bindeglied zwischen *Peridiniaceae* und *Gymnodiniaceae*.

6 Arten in Meer- und Süßwasser. *G. pulvisculus* Ehrenb. und *G. foliaceum* Stein (Fig. 22 *A*, *B*).

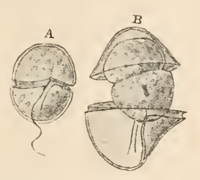


Fig. 22. *A Glenodinium pulvisculus* Ehrenb. (700/1). — *B G. foliaceum* Stein in Sporenbildung. Obere Schale durch die Spore abgesprengt. (Nach Stein.)



Fig. 23. *Ptychodiscus Noctiluca* Stein (300/1). (Nach Stein.)

II. Ptychodisceae.

Zelle unvollkommen gepanzert. Hülle aus 2 ungleich großen, uhrglasähnlichen, structurierten Schalen bestehend, die durch eine weiche Haut verbunden sind. Jede Schale ohne Differenzierung in End- und Zwischenplatten, nur mit Andeutung einer Längsfurchenplatte.

2. **Ptychodiscus** Stein. Gestalt muschelartig flach. Querschnitt fast kreisförmig. Hülle: Vorderhälfte eine Platte, wie eine Muschelschale, ebenso Hinterhälfte, die etwas kleiner. Statt des Gürtelpanzers ein dünnhäutiges Band. Apicalöffnung unsicher. Längsfurche angedeutet, auf der Unterschale durch einen schief keilförmigen Ausschnitt, auf der Oberschale durch ein langes, schmales, nach dem Centrum vordringendes Plättchen.

1 marine Art. *P. Noctiluca* Stein (Fig. 23).

III. Ceratieae.

Zelle vollkommen gepanzert. Panzer nicht durch eine durchgehende Sagittalnaht in 2 fast gleiche laterale Hälften geteilt. Jede Schale aus mindestens einer, meist mehreren durch sagittale Nähte mit einander verbundenen Endplatten und einem aus 3 oder mehr Platten gebildeten Zwischenbandring gebildet. Gürtelring meist aus mehr als 2 Platten gebildet, selten (*Podolampinae*) Gürtelringplatten unterdrückt. In ersterem Fall Gürtel meist mit, in letzterem ohne Querfurche. Gürtelschloss meist rinnenartig vertieft (Längsfurche), aus meist mehr als einer Platte gebildet. Gürtelränder meist durch mäßige Randleisten markiert, selten ohne Randleisten, selten mit sehr breiten, fallschirmartigen Flügelleisten. Leucoplasten stets, Chloroplasten meist vorhanden, grün oder gelb. Teilungsebene schief oder quer zur Längsachse.

III. 1. Ceratieae-Ceratiinae.

Zelle vollständig gepanzert mit mehr als 6 Platten, mit Schalen- und Gürtelplatten, ohne durchgehende Sagittalnaht. Beide Schalen mit Deckel und Zwischenband. Endplatten und Zwischenplatten mehrzählig. Oberschale (Epivalva) mit Apicalöffnung, Endplatten oft zu einem hohlen Horn verbunden, nicht zum soliden Stachel verschmolzen. Querfurche vertieft oder wenigstens durch vorspringende Randleisten (Flügelleisten) begrenzt. Chromatophoren grün, gelb oder fehlend.

A. Täfelung unvollständig, auf der Oberschale deutlich, auf der Unterschale schwindend. Gestalt rundlich bis kurz spindelig . . . . 3. **Heterocapsa.**

B. Täfelung vollständig.

a. Beide Schalen uhrglasartig flach. Gestalt austernähnlich . . . . 4. **Pyrophacus.**

b. Schalen nicht uhrglasartig flach. Gestalt nicht austernähnlich.

α. Längsfurche nach vorn über den Apex hinaus dorsalwärts fortgesetzt. Panzer sehr zart, beim Absterben meist in Platten zerfallend. Längsfurche nach vorn schmal spaltenartig. Gestalt nach vorn zugespitzt, nicht polygonal 5. **Steiniella.**

β. Längsfurche nach vorn höchstens bis zum Apex reichend. Panzer kräftig, nicht zerfallend.

I. Täfelung undeutlich, von sehr grober Areolierung verdeckt. Gestalt rundlich, ohne Hörner. Beide Schalen mit hohen, große Felder umschließenden Leisten. Nähte nicht durch Grenzleisten markiert 6. **Protoceratium.**

II. Täfelung nicht durch Areolierung verdeckt.

1. Unterschale mit 1 Endplatte.

X Endplatte der Unterschale in ein langes Horn ausgehöhlt, ebenso bisweilen 1—3 angrenzende Zwischenplatten. Endplatten der Oberschale zu einem Horn verwachsen. Längsfurche sehr breit, bis an die Endplatten reichend, nicht auf die Hörner vordringend. Gestalt durch die Hörner bedingt 7. **Ceratium.**

XX Gestalt meist polygonal, Vorderende verjüngt, selten hornartig. Hinterende selten hornartig. Längsfurche schmal spaltenartig, bis zum Apex reichend, bei Hornbildung auf die Hörner fortgesetzt . . . . . 8. **Gonyaulax.**

2. Unterschale mit 2 Endplatten. Gestalt polygonal, Längsfurche breit, 2 vordere und 1 hintere Platte 9. **Goniodoma.**

3. Unterschale mit 3 Endplatten.

X Unterschale ohne Stachel und Horn, mit 2 ohrlappenartigen Längsflügelleisten. Oberschale mit 5 Zwischenplatten. Gestalt ellipsoidisch 10. **Diplopsalis.**

XX Endplatten der Unterschale mit Stachel oder Horn. Oberschale mit 7 Zwischenplatten. Gestalt polygonal. rund, oval, herzförmig, vorn meist verjüngt . . . . 11. **Peridinium.**

3. **Heterocapsa** Stein. Gestalt kugelig, eiförmig, herzförmig, kurz spindelig, ohne größere Auswüchse, doch bisweilen hinten mit kleinen Stacheln. Hälften wenig verschieden. Querfurche schwach schraubig. Längsfurche klein, nur auf der Hinterhälfte. Panzerstructur sehr zart: Vorderhälfte mit sehr grobmaschigem Netz von geraden feinen Leisten, die 2—3 Reihen große polygonale Felder umgrenzen, die möglicherweise ebenso viel Einzelplatten sind. Auf der Hinterhälfte sind die Leisten noch weniger deutlich oder fehlen ganz. Panzerzusammensetzung: aus Gürtel und 2 Schalen deutlich, Trennung der Schalen in mehrere Tafeln ist wahrscheinlich, aber nicht sicher. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen parallel der Oberfläche, bisweilen netzartig verbunden. Kern groß in der Vorderhälfte. In der Hinterhälfte Pyrenoid mit Amylumhülle. Sporenbildung je unter Abgrenzung des Panzers an der Querfurchennaht. Bildet den Übergang zu *Glenodinium.*



Fig. 24. *Heterocapsa triquetra* Stein, ventrale Gürtelansicht (300/1). (Nach Schütt.)

4 Arten, marin. *H. triquetra* Stein (Fig. 24).

4. **Pyrophacus** Stein. Gestalt muschelförmig flach, Querschnitt fast kreisförmig. Querfurche tief rinnenförmig. Längsfurche kurz, nach hinten keilförmig, nach vorn nur durch die eine schmale Platte (Rautenplatte), die von Querfurche bis Apex reicht, markiert. Apex in der Mitte der vorderen Schale. Geißelspalte auf die hintere Schale verschoben. Structur schwach, poroid, bisweilen mit breiten Intercalarstreifen.

Panzerzusammensetzung: Gürtelplatten der Querfurche bilden einen schmalen rinnenförmigen Ring; die Längsfurche hat mehrere schmale Plättchen auf der Hinterhälfte und eine schmale Platte auf der Vorderhälfte (die Rautenplatte), die Querfurche mit Apex verbindet. Die Vorderschale (Epitheca) enthält außer der Rautenplatte eine centrale Endtafel, die in 4 oder 6 Endplatten zerfällt, und einen Zwischenbandring, der in 9 oder 12 Platten zerfällt. Die untere oder hintere Schale (Hypotheca) enthält eine Endtafel, die in 3 Platten zerfällt. Die eine dieser Platten kann wieder in 3 Platten zerfallen. Der untere Zwischenbandring zerfällt in 9 oder 12 Platten.

Chromatophoren: Zahlreiche kleine, oft gebogen stabförmige Plättchen, der Oberfläche anliegend, dazu im Inneren zahlreiche Stäbchen zu einer Sternfigur vereinigt.

1 marine Art. *P. horologium* Stein (Fig. 25 *A—C*).

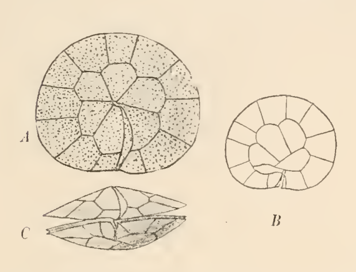


Fig. 25. *Pyrophacus horologium* Stein. *A* vordere, *B* hintere Schalenansicht (300/1); *C* Gürtelansicht, obere Schale vom Gürtelband abgesprengt. (Nach Stein.)



Fig. 26. *Steiniella fragilis* Schütt, ventrale Gürtelansicht (400/1). (Original.)

5. **Steiniella** Schütt. Vorderende kegelartig verjüngt, Hinterende verjüngt oder verbreitert, Ventralseite stark concav. Querfurche stark steigende Spirale, rinnenartig vertieft mit wenig vorspringenden Randleisten. Längsfurche tief und hinten breit, vorn schmal spaltartig, über das Vorderende mit Apex hinweg nach dorsalwärts fortgesetzt. Randleisten wenig entwickelt. Panzerstructur schwach, einfach porös oder mit isolierten oder wenig verzweigten schwachen Leisten, nicht areoliert. Nähte nicht auffällig, schwach verbunden. Panzer leicht in seine einzelnen Platten zerfallend, mit Endplatten und Zwischenplatten. Zwischenplatten jederseits fünf, zum Teil aus 2 tertiären Platten zusammengesetzt. Chromatophoren gelb, klein, stab-plattenförmig, sehr zahlreich, die Zelle dunkelgelb färbend, oder spärlicher, nur zum Teil im Wandbeleg der Peripherie angeschmiegt, zum Teil in radialstrahligen Plasmasträngen im Innern.

2 marine Arten im Warmwassergebiet. *S. fragilis* Schütt (Fig. 26).

6. **Protoceratium** Bergh (*Clathrocysta* Stein). Gestalt kugelig-polyedrisch, bisweilen mit etwas röhrig erhabenem Apex. Hälften fast gleich. Querfurche niedrig schraubig, links drehend absteigend. Längsfurche kurz und schmal, nur wenig oder gar nicht auf die Vorderhälfte ausgedehnt. Geißelspalte klein, auf der Längsfurchentafel nahe der Querfurche. Structur: weite, netzartig verbundene, hohe Leisten, große Areolen umspannend, die durch zahlreiche, sehr feine Poren durchbrochen sind. Knotenpunkte der Leisten meist leicht bestachelt. Panzerzusammensetzung: schwer erkennbar, nicht durch Grenzleisten angezeigt. Querfurche aus mehreren Platten mit einer Areolenreihe. Längsfurchentafel aus mehreren unregelmäßigen Platten zusammengesetzt. Obere Schale aus mehreren Platten zusammengesetzt, ebenso untere Schale. Chromatophoren klein, zahlreich, braun.

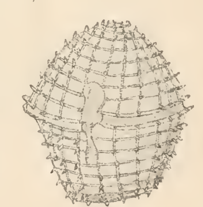


Fig. 27. *Protoceratium reticulatum* (Clap. Lach) (300/1). (Original.)

2 marine Arten. *P. reticulatum* Clap. Lach (Fig. 27).

7. **Ceratium** Schrank (*Cercaria* O. F. Müll., *Bursaria* O. F. Müll., *Tripos* Bory, *Hirundinella* Bory, *Ceratophorus* Dies., *Dimastigoaulax* Dies., *Biceratium* Vanhöffen, *Amphiceratium* Vanhöffen, *Poroceratium* Vanhöffen). Gestalt durch die Entwickelung ansehnlicher hornartiger Körperfortsätze charakterisiert. Der Hauptkörper erscheint meist nur als Anschwellung des Knotenpunktes der Fortsätze; bisweilen wird er von den Fortsätzen an Volumen sogar übertroffen. Er ist verschieden geformt, im Ganzen in Ventralansicht dreieckig, quadratisch oder spindelig, meist in dorsiventraler Richtung stark abgeflacht, auf der Dorsalseite convex, auf der Ventralseite meist concav. Körperhälften, abgesehen von den Hörnern, nicht sehr ungleich, meist der Vorderteil etwas größer. Querfurche flach schraubig, links drehend absteigend, bisweilen fast kreisförmig, meist schmal, aber stark rinnenförmig vertieft. Längsfurche sehr stark flächenhaft verbreitert, nicht lang, aber auf Vorder- wie Hinterhälfte hinüberragend, so dass sie einen sehr ansehnlichen Teil der Ventralfläche einnimmt. Geißelspalte klein, fast rund, an der linken Mündung der Querfurche in die Längsfurche. Panzer verschieden stark structuriert, feinnetzig areoliert, bisweilen grob reticuliert, oder mit welligen, nicht netzig verbundenen Verdickungsleisten und zerstreuten Poren in der Grundfläche. Panzerzusammensetzung: Gürtel: Querfurche von mehreren schmal halbrinnenförmigen, structurierten Platten, Längsfurche von einer großen, allseitig ausgedehnten hyalinen Platte bedeckt. Randleiste der Querfurche niedrig leistenhaft, eine schmale Platte am linken Rande der Längsfurche im Verein mit einem ähnlichen, parallel entspringenden Leistenauswuchs der Furchenplatte, oft eine am hinteren Zellende offene, längsgeschlitzte Röhre bildend, in der der Wurzelteil der Längsgeißel geborgen ist. Oberschale aus 3, meist lang keilförmig ausgezogenen Zwischenplatten und 4, zu einem meist langen Vorderhorn der Länge nach zusammenschließenden Endplatten, zwischen die sich kein Fortsatz der Längsfurche einschiebt. Unterschale aus 3 Äquatorialplatten und einer Endplatte. Die Endplatte der Unterschale trägt in der Mitte einen hornartigen Auswuchs, der gerade oder schief nach hinten gerichtet ist oder sich nach links und vorn, bisweilen im weiteren Verlauf unregelmäßig auf die Seite biegt. Rechte hintere Zwischenplatte fast stets in ein ähnliches Horn ausgewachsen, das rudimentär bleiben, oder ansehnlich lang werden kann, und das nach hinten gerichtet ist oder sich nach rechts und vorn umbiegt. Auch die linke hintere Zwischenplatte kann ein Horn bilden, das jedoch gewöhnlich klein bleibt, ebenso kann dies (sehr selten) die hintere Zwischenplatte. Es finden sich demnach 2-, 3-, 4- und 5hörnige Ceratien. Die Hörner sind meist spitz, borsten- oder röhrenförmig, seltener abweichend. Bisweilen ist das Vorderhorn zu einer sehr breiten, dünnen, blattartigen Fläche ausgedehnt, bisweilen sind auch die Hinterhörner verbändert, selten pinsel- oder handartig verzweigt. Bei Verbänderung des Horns kann dieses lochartige Durchbrechung zeigen. Chromatophoren der Süßwasserarten grün, der marinen Arten hellgelb bis gelbbraun, meist kleine, unregelmäßig gelappte Platten, die sich an den Rändern deckend oft scheinbare Netze bilden. Kern sehr groß, meist im Vorderkörper central seitlich, oder äquatorial gelagert. Teilung: Die Teilungsebene läuft

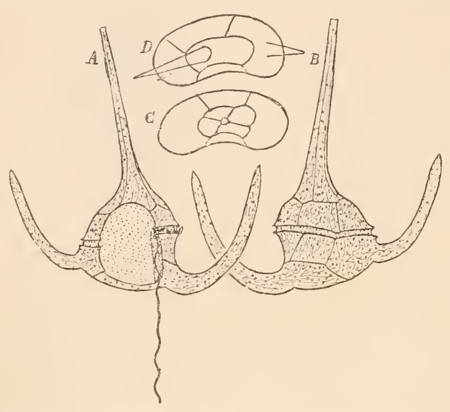


Fig. 28. *Ceratium tripos* Nitzsch. *A* ventrale und *B* dorsale Gürtelansicht; *C* vordere und *D* hintere Schalenansicht (Plattenschema) (200/1). (Original.)

schief über den Gürtel; die eine Tochterzelle erhält von der Oberschale des Mutterpanzers alle Endplatten (vorderes Horn), 2 Zwischenplatten und etwa die Hälfte der Gürtelplatten, dazu von der Unterschale 1—2 Zwischenplatten, die andere erhält den Rest.

Als Gattung kosmopolitisch; im Süßwasser mit wenigen, im Meer mit zahlreichen Formen. Einige Arten zeitweilig die Planktonflora der Ostsee beherrschend, im Ocean mit größerem Formenreichtum auftretend. Arten sehr variierend, Artgrenzen daher verwaschen, Artenzahl unsicher. (10—50). *C. tripos* Nitzsch (Fig. 28 *A—D*).

8. **Gonyaulax** Diesing. Gestalt kugelförmig-polyedrisch bis ellipsoidisch, einer oder die beiden Pole bisweilen hornartig ausgezogen. Hälften fast gleich. Querfurche rinnenförmig vertieft, linksdrehend absteigend, schwach schraubig, Randleisten der Furche meist schwach entwickelt, doch oft kragenartig. Längsfurche nach vorn schmal, bis zum Apex verlängert, nach hinten verbreitert, oft bis ans Ende reichend. Randleisten der Längsfurche meist schwach entwickelt. Geißelspalte klein, oval, der Querfurche genähert. Panzerzusammensetzung: Oberschale mit 3 Endplatten und 5 Zwischenplatten. Unterschale mit 1 Endplatte und 5 Zwischenplatten; hinten links neben der Längsfurche noch eine accessorische Platte, wahrscheinlich zum Furchenpanzer gehörend. Panzerstructur meist areoliert. Chromatophoren kleine Plättchen, meist so zahlreich, dass die Zellen dunkelbraun gefärbt werden.

5 marine Arten. *G. polyedra* Stein (Fig. 29 *A, B*).

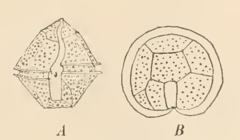


Fig. 29. *Gonyaulax polyedra* Stein. *A* Gürtelansicht; *B* hintere Schalenansicht (380/1). (Nach Stein.)

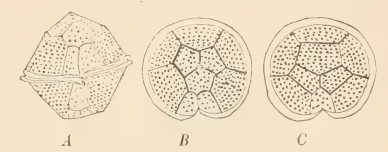


Fig. 30. *Goniodoma acuminatum* Ehrenb. *A* Gürtelansicht; *B* vordere, *C* hintere Schalenansicht (330/1). (Nach Stein.)

9. **Goniodoma** Stein. Gestalt kugelig bis polyedrisch. Hälften gleich. Querfurche fast kreisförmig mit mäßig entwickelten kragenartigen Randleisten. Längsfurche mäßig breit, nach vorn und hinten von der Querfurche in Form und Größe einer Äquatorialtafel, Furchenränder mit mäßig entwickelten Flügelleisten. Geißelspalte klein, nahe der Querfurche. Structur des Panzers kräftig, areoliert. Schalennähte bisweilen mit flügelartigen Randleisten oder breiten Intercalarstreifen. Knotenpunkte der Grenzleisten bisweilen zu Stacheln erhöht. Panzerzusammensetzung: Gürtel: Querfurchenplatten structuriert, areoliert, einfach porös, meist mit 2 Porenreihen. Längsfurchenplatten: kräftig structuriert, vorn 2 oder mehr, hinten 1. Vorderschale 3 Endplatten und 5 Zwischenplatten. Hinterschale 3 Endplatten und 5 Zwischenplatten. Chromatophoren kleine Plättchen, so zahlreich, dass die Zelle dadurch dunkelbraun, undurchsichtig wird. Kern groß, eiförmig, im Hinterkörper gelagert.

2 marine Arten. *G. acuminatum* Ehrenb. (Fig. 30 *A—C*).

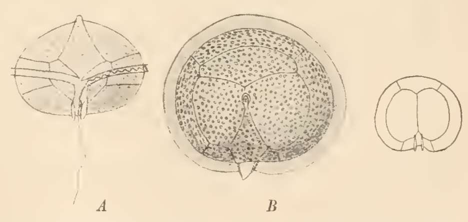


Fig. 31. *Diplopsalis lenticula* Bergh. *A* Gürtelansicht (ventral) (300/1); *B* vordere Schalenansicht (400/1); *C* hintere Schalenansicht (Plattenschema). (Original.)

10. **Diplopsalis** Bergh. Gestalt von vorn nach hinten zusammengedrückt, ellipsoidisch. Apex kurz zäpfchenartig. Hälften beinahe gleich. Furchen deutlich,

Querfurche fast kreisförmig, wenig oder gar nicht rinnenförmig vertieft, von schmalen, kragenartigen Randleisten begrenzt. Längsfurche kurz, schmal, nicht auf die Vorderhälfte reichend, nach hinten gerade verlaufend; am hinteren Ende die Geißelspalte, von 2 ohrlappenartigen Flügelleisten begleitet. Panzerstructur schwach, poroid. Obere Schale mit 5 Zwischenplatten und 3 Endplatten und einer Rautenplatte, die vom Apex nach der Querfurche reicht. Hinterhälfte mit 5 Zwischenplatten und 2 großen, durch sagittale Naht verbundenen Endplatten. Chromatophoren fehlen. Plasma des Randes rosa gefärbt. Pusulen: eine große, nierenförmige, äquatorial gelagerte Sackpusule, eine kleine kugelige oder retortenförmige Sammelpusule mit Zone von sehr kleinen, mit kurzen Stielchen in sie mündenden Tochterpusulen.

1 marine Art. *D. lenticula* Bergh (Fig. 31 *A—C*).

11. **Peridinium** Ehrenb. (*Vorticella* O. F. Müller, *Ceratophora* Dies., *Protoperidinium* Bergh). Gestalt kugelig, ellipsoidisch, eiförmig, herzförmig oder etwas länglich, bisweilen ventralwärts etwas eingezogen. Vorderende bisweilen in ein deutliches Röhrchen ausgezogen. Körperhälften gleich, oder die hintere verkürzt. Querfurche links drehend, wenig absteigend, kreisförmig, selten ansteigend, etwas rinnenartig vertieft oder nicht vertieft. Längsfurche gut entwickelt, aber nicht flächenhaft über die Ventralseite ausgedehnt, band- oder keilförmig, flach oder vertieft, meist wenig auf die Vorderhälfte

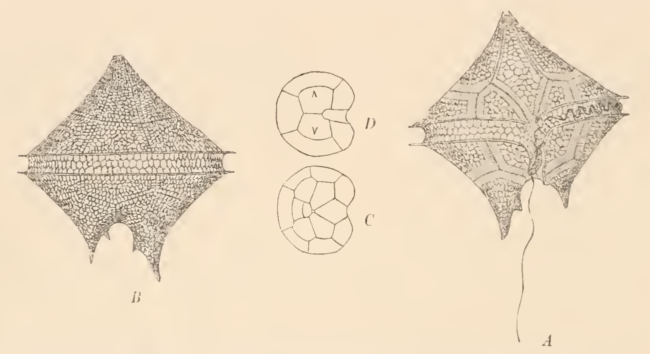


Fig. 32. *Peridinium divergens* Ehrenb. *A* ventrale Gürtelansicht (500/1); *B* dorsale Gürtelansicht (500/1); *C* vordere, *D* hintere Schalenansicht (Plattenschema). (*A*, *B* Original; *C*, *D* nach Bütschli.)

übergreifend, nach hinten bis ans Zellende ausgedehnt. Panzerstructur porös bis areoliert, oft mit breiten Intercalarstreifen. Panzerzusammensetzung: Gürtel: Die Querfurchentafeln structuriert, einen flachen oder rinnenförmigen Ring bildend, meist von schmalen, kragenartigen Flügelleisten begrenzt, die Längsfurchentafel z. T. structuriert doch anders als die anderen Platten, meist mit kleiner, lappenartiger Flügelleiste. Geißelspalte bisweilen weit nach hinten, bisweilen bis zur Querfurche vorgeschoben, rundlich, oder meist lang spaltenförmig. Obere Schale mit 7, zum ringförmigen Zwischenband vereinten Zwischenplatten und Endtafel, die sich gliedert in 6 radiale Platten, deren ventrale, die Rautenplatte, vom Gürtelband bis zum Apex verläuft, deren dorsale bisweilen in 2 hintereinander gereihte Platten geteilt ist. Untere Schale mit 5 Zwischenplatten und Endtafel, die in 2, durch sagittale Naht verbundene Platten zerfällt. Die beiden hinteren Endplatten meist mit je einem geflügelten Stachel oder einem Horn. Chromatophoren bei manchen Arten vorhanden (grün), bei anderen fehlend. Plasma farblos, bisweilen rosa, bisweilen mit roten Ölkörpern. Pusulen: eine sehr große, unregelmäßig geformte, oft reich gelappte Sackpusule, eine kleinere, kugelige Sammelpusule nahe der Geißelspalte, mit einer Zone kleiner birnförmiger, mit ihren Stielchen

in die Sammelpusule mündender Tochterpusulen, nicht selten noch isolierte Nebenpusulen. Kern groß, eiförmig, aber fein structuriert, nicht durch starke Lichtbrechung auffallend.

9 Arten marin und im Süßwasser. *P. divergens* Ehrenb. (Fig. 32 *A—D*).

III. 2. Ceratieae-Podolampinae.

Zelle vollständig gepanzert. Panzer ohne durchgehende Sagittalnaht, mit mehr als 6 Platten. Beide Schalen mit Endplatten und Zwischenbandplatten. Gürtelband meist fehlend. Querfurche fehlend, Längsfurche fehlend oder zu seichter Rinne verflacht. Keine Querfurchenrandleiste.

Chromatophoren gelb oder fehlend.

A. Gestalt birnenförmig, nach vorn stielartig verjüngt. Hinterende mit 2 geflügelten Stacheln **12. Podolampas.**

B. Gestalt kugelig bis eiförmig, nach vorn nicht stielartig verjüngt. Hinterende mit 2lappigen Längsfurchenflügelleisten ohne Stacheln . . . . **13. Blepharocysta.**

12. **Podolampas** Stein (*Parrocelia* Gourret). Gestalt birn-kreiselförmig; Vorderende hornartig verjüngt. Hälften fast gleich groß. Keine vertiefte Quer- und Längsfurche vorhanden, doch ihre Lage durch die Art der Täfelung der Hülle angedeutet. Täfelung: Die Quernaht, fast kreisförmig, ist vorhanden, doch sind die Querfurchentafeln sehr reduciert oder fehlen ganz, so dass die Zwischentafeln der oberen und unteren Schale unmittelbar an einander stoßen. Auch die gewöhnlich die Äquatorialtafeln gegen die Querfurche abgrenzenden Randflügelleisten fehlen. Längsfurchentafeln sind vorhanden, auch eine Randflügelleiste, die mit dem Hinterstachel verschmolzen ist. Geißelspalte in der Längsfurchentafel, nahe der Quernaht. Hintere Fläche mit einer siebartig durchbrochenen Stelle des Panzers. Obere Schale: Endplatten klein, zu einem kleinen Röhrchen verwachsen, Zwischenplatten 5, groß, lang, keilförmig, von schrägen Poren durchbrochen. Untere Schale: 3 große viereckige Zwischenplatten und 2 ansehnliche Endtafeln, jede mit einem nach hinten gerichteten Stachel, der von einer transversalen Flügelleiste begleitet ist. Flügelleisten können mit einander verschmolzen sein, linker Stachel mit der Randflügelleiste der Längsfurchenplatten verwachsen. Chromatophoren nicht zahlreich, kleine Plättchen, der Oberfläche angeschmiegt mit Neigung, sich zu Kugeln (Chromatosphären) zusammen zu ballen. Kern sehr groß, eiförmig in der Hinterhälfte oder äquatorial gelagert, sehr stark lichtbrechend, Kernfäden besonders dick, doppeltbrechend. Pusulen: eine sehr große Sackpusule, selten einfach sackförmig, meist compliciert gebauten Hohlraum bildend. Sammelpusule klein, kugelig, mit Tochterpusulenkranz in der Nähe der Geißelspalte. Von dem Siebteil des hinteren Panzerendes ins Innere ist ein Bündel sehr feiner Fäden oder Nadeln ausgespannt, dessen Nadeln bei erkrankender Zelle aus der Siebplatte hervorgeschossen werden, dem amöboidal kriechendes Plasma nachfolgt. Die Geißeln normal, die Quergeißel aus der Geißelspalte entspringend, legt sich in der Äquatorialebene um den Körper, obgleich keine schützende Furche vorhanden ist.

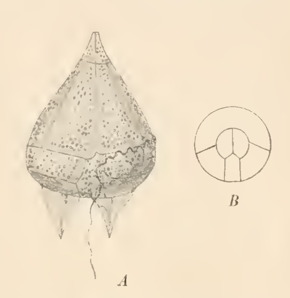


Fig. 33. *Podolampas bipes* Stein. *A* ventrale Gürtelansicht (200/1); *B* hintere Schalenansicht (Plattenschema). *A* nach Stein u. Schütt; *B* nach Bütschli.)

3 marine Arten im Warmwassergebiet. *P. bipes* Stein (Fig. 33 *A*, *B*).

13. **Blepharocysta** Ehrenb. Gestalt kugelig bis ellipsoidisch. Hälften gleich groß. Keine vertiefte Längs- und Querfurche, aber deren Lage durch Art der Täfelung angedeutet. Täfelung: Gürtel: Ringplatten fehlen, oder es sind drei vorhanden, Querfurchenflügelleiste fehlt immer. Längsfurchenplatten: auf der Vorderhälfte eine sehr schmale, linien-

ähnlich, von Quernaht bis Apex reichende Platte; auf der Hinterhälfte eine schmale Platte, von der Quernaht bis nahe dem hinteren Körperende, im vorderen Teile ohne Randleisten, im hintersten Teil mit 2 ohrklappenartigen Rand-Flügelleistchen. Geißelspalte weit nach hinten verschoben, zwischen den Flügelleisten. Panzer der Vorderhälfte mit 5 großen Zwischenplatten, die nur ein kleines Feld am vorderen Ende freilassen, das geschlossen wird von einem 4eckigen dorsalen und einem seitlichen, asymmetrischen Endplättchen und dem Apex, der besteht aus einem sehr kurzen Apicalröhrchen, dessen Öffnung von einem kleinen Verschlussplättchen gebildet wird. Zusammensetzung der Hinterhälfte aus 3 Zwischenplatten und 3 kleinen, ganz ans Ende verschobenen Endplättchen. Structur schwach, kleine zerstreute Poren, oder abwechselnd Längsreihen von zarten Verdickungsleisten und Poren. Chromatophoren im Innern zweifelhaft, doch häufig werden die Zellen gefunden mit einem, an der Geißelspalte haftenden, sackartigen, plasmatischen Anhängsel, das zu Kugeln geballte Chromatophoren (Chromatosphären) trägt. Kern groß, ei-linsen-nierenförmig, nahezu äquatorial, dorsal gelagert, Kernfäden sehr dick. Pusulen: 2 große, kugelige Sackpusulen nahe der Geißelspalte, und bisweilen dazu noch 2 kleinere, kugelige Sammelpusulen mit Tochterpusulenzone. Besonderer Einschluss: ein Bündel sehr feiner Fäden, an der einen Seite hinter der Geißelspalte peripherisch inseriert.

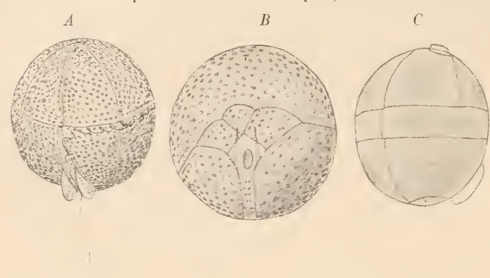


Fig. 34. *A. B Blepharocysta splendor maris* Ehrenb. *A* ventrale Gürtelansicht; *B* hintere Schalenansicht. — *C B. striata* Schütt (500/1). (*A* u. *C* Original; *B* nach Stein.)

2 marine Arten im Warmwassergebiet. *B. splendor maris* Ehrenb. (Fig. 34 *A, B*). *B. striata* Schütt (Fig. 34 *C*).

III. 3. Ceratieae-Oxytoxinae.

Zellen vollständig gepanzert. Panzer mit Schalen- und Gürtelplatten, nicht durch Sagittalnaht halbiert. Jede Schale mit Deckel und Zwischenband, jedes aus mehr als 2 Platten bestehend. Vordere Deckelplatten klein, frei oder alle oder zum Teil zu einem Stachel verschmolzen; Apicalöffnung daher rudimentär oder fehlend. Vorderschale verkürzt oder kegelförmig, kopfartig, Hinterschale kegelförmig. Längsfurche sehr kurz. Querfurche rinnenförmig vertieft, ohne oder mit wenig hervortretenden Randleisten. Chromatophoren gelb.

A. Vorderkörper ebenso lang oder länger als der Hinterkörper . . . **14. Amphidoma.**
B. Vorderkörper verkürzt . . . . **15. Oxytoxum.**

14. Amphidoma Stein. Gestalt doppelkegelförmig. Hälften nahezu gleich oder die hintere etwas kleiner. Furchen etwas vertieft, Querfurche links drehend, schwach absteigend, schraubenförmig. Längsfurche kurz, schmal, nur nach hinten verlaufend. Geißelspalte in der Längsfurche nahe der Querfurche. Vorderhälfte mit 3 sehr kleinen Endplatten und 5 keilartigen Zwischenplatten. Hinterhälfte: 1 Endplatte; links neben der Längsfurche eine accessorische Tafel, wahrscheinlich zum Längsfurchenpanzer gehörend, 5 Zwischenplatten.

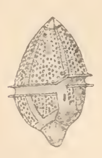


Fig. 35. *Amphidoma Nucula* Stein (400/1). (Nach Stein.)

1 marine Art. *A. Nucula* Stein (Fig. 35).

15. **Oxytoxum** Stein. Gestalt doppelkegelförmig bis spindelförmig. Die beiden Hälften sehr ungleich, die vordere sehr verkürzt, meist ein stumpfer, seltener ein spitzwinkeliger Kegel, bisweilen bis auf einen knopfförmigen Anhang reduciert, die hintere ein bauchiger bis langgestreckt schlanker Kegel, selten mit knopfförmigem Anhang. Die Pole gewöhnlich zugespitzt und zuweilen der hintere oder beide in einen Stachel auslaufend. Querfurche breit und tief, so dass beide Hälften durch eine beträchtliche Einschnürung von einander geschieden sind, niedrig schraubig. Schraube links drehend, absteigend. Randleisten schwach. Längsfurche stark verkürzt oder bis fast ganz reduciert, nach vorn in die Querfurche mündend, nach hinten wenig über die Querfurche vorragend. Geißelspalte an der Mündungsstelle von der Längs- in die Querfurche. Panzerzusammensetzung: Gürtel, gebildet aus ca. 5 Querfurchen- und 2 Längsfurchenplatten. Vordere Schale: 5 kurze, bisweilen stark gewölbte Zwischenplatten, die den Hauptteil des Kopfanteiles ausmachen und im Typus 5 sehr kleine, bisweilen ganz reducierte Endplatten. Diese 5—10 Plättchen bilden ein Gewölbe, das durch eine mittlere, oft stachelförmig ausgebildete Schlussplatte geschlossen wird. Auch der Stachel kann reduciert werden. Apicalöffnung fehlt. Hintere Schale: 5 lang-keilförmige Zwischenplatten, die bis auf eine minimale hintere Öffnung zusammenschließen, welche durch eine stachelförmige Verschlussplatte Antapicalplatte)geschlossen wird. Panzerstructur verschieden, mit Längsleisten, die alle den Nähten parallel laufen, und durch Querleisten leiterartig verbunden werden; bisweilen mit kleinmaschigem Areolennetz, Poroiden, Poren zwischen den Leisten. Alle lebend untersuchten Arten mit kleinen, rundlich plattenförmigen Chromatophoren, die normal an der Oberfläche gelagert, mit Neigung zur Zusammenballung (Chromatosphärenbildung). Kern rundlich, ei-nierenförmig, äquatorial oder häufiger in der Hinterschale gelagert, bisweilen ganz nach hinten verschoben.

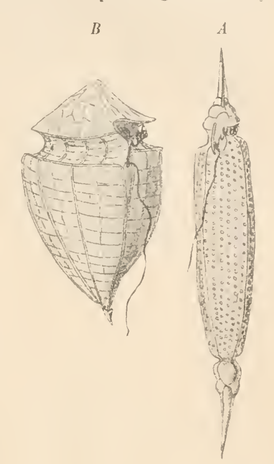


Fig. 36. *A Oxytoxum scolopax* Stein (Sect. *Oxytoxum*) (600/1). — *B O. tesselatum* Stein (Sect. *Pyrgidium*), beide in Gürtelansicht (600/1). (Original.)

10 marine Arten.

Sect. I. *Oxytoxum* Stein. Vorderkörper knopfartig verkürzt und abgerundet, mit oder ohne Endstachel. *O. scolopax* Stein (Fig. 36 *A*).

Sect. II. *Pyrgidium* Stein. Vorderkörper kegelförmig, meist ohne vorderen Endstachel. *O. tesselatum* Stein (Fig. 36 *B*).

III. 4. Ceratieae-Ceratocoryinae.

Zelle ganz gepanzert. Panzer mit Schalen- und Gürtelplatten, nicht durch Sagittalnaht in 2 gleiche, laterale Hälften geteilt. Schalen mit Endplatten und Zwischenplatten. Vorderschale (Epivalva) mit Apicalöffnung, sehr stark reduciert, deckelförmig. Jede Schale mit einer rautenförmigen Endplatte und einem aus 4 Zwischenplatten (copulae) gebildeten Zwischenband. Zwischenband der Vorderschale flacher Ring, der Hinterschale cylinderartig. Querfurchenrandleisten sehr breit, fallschirmartig. Chromatophoren gelb.

16. **Ceratocorys** Stein. Gestalt umgekehrt ritterhelmartig, mit 6 langen, gefederten Stacheln geziert und breiten, nach Art einer Hutkrempe abstehenden Flügelleisten. Hälften sehr ungleich, die vorderen stark reduciert. Querfurche ganz nach vorn verschoben, fast kreisförmig, mit sehr stark flächenartig entwickelten, fast horizontal gerichteten Randleisten. Panzerzusammensetzung: Gürtel, wohl aus 4 Quer- und 2 Längs-

platten. Vorderschale flach deckelförmig, mit 4 Zwischenplatten und einer rautenförmigen Endplatte, die sich ventral als schmales Band zwischen die Zwischenplatten einschiebt. In der Mitte des Bandes ein feiner Streifen mit Spalt (zur Längsfurche gehörend? sagittale Naht), der sich vorn zu einer ovalen Öffnung erweitert. Hinterschale hutförmig, fast kubisch, aus 4 Zwischenplatten, zwischen die bandförmig die Längsfurchenplatte eingeschoben ist. Linke Längsfurchenrandleiste groß entwickelt, mit gefedertem Mittelstachel. Am dorsalen Rand der linken dorsalen, angrenzenden Zwischenplatte eine ähnliche accessorische Flügelleiste mit Mittelstachel. Am hinteren Ende eine rechteckige,

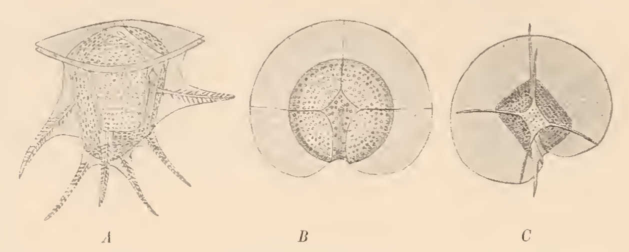


Fig. 37. *Ceratocorys horrida* Stein. *A* Gürtelansicht rechts ventral; *B* vordere und *C* hintere Schalenansicht (300/1). (Nach Stein.)

diagonal gestellte Endtafel, deren Ecken in 4 lange, gefederte Stacheln ausgezogen sind. Chromatophoren reichlich, kleine, gestreckte, gekrümmte Plättchen, zum Teil an der Oberfläche, zum Teil im Innern, in radial strahlig gestellten Plasmasträngen. Kern eiförmig, im Hinterkörper dorsal gelegen. Pusulen: eine große, runde, ventral äquatorial gelegene Sackpusule.

1 marine Art. *C. horrida* Stein (Fig. 37 *A—C*).

IV. Dinophyseae.

Zelle vollkommen gepanzert. Panzer mit Schalenplatten und Gürtelplatten, durch eine durchgehende Sagittalnaht in 2 laterale, fast gleiche Hälften zerlegt. Vorderschale (Epivalva) flacher und viel kleiner als die Hinterschale (Hypovalva), jede nur aus 2 durch gerade Sagittalnaht verbundenen Platten zusammengesetzt, ohne Zwischenbandplatten. Apicalöffnung unterdrückt.

A. Hintere Schale nicht hufeisenförmig gekrümmt.
  a. Randleisten der Querfurche mäßig entwickelt.
    α. Gestalt eiartig gerundet.
      I. Querfurchenleisten schmal, quer gerichtet, nicht trichterartig **17. Phalacroma.**
      II. Querfurchenleisten größer, trichterartig, schräg nach vorn gerichtet **18. Dinophysis.**
    β. Gestalt stab- oder zweigartig gestreckt oder verzweigt . . . **19. Amphisolenia.**
  b. Randleisten der Querfurche übermäßig entwickelt, ringförmigen Hohlraum für Phäosomen bildend; vordere trichterartig. Querfurche dorsalwärts verbreitert. Unterschale mit großen, sagittalen Flügelleisten.
    α. Trichter ungestielt, mit breiter Öffnung dem Schalenrand aufsitzend. Oberschale schmal, lang. Untere Ringleiste dorsalwärts zusammenhängend **20. Ornithocercus.**
    β. Trichter gestielt, mit kleiner, runder Öffnung der Schale aufsitzend. Oberschale rund, verschwindend klein . . . . **21. Histioneis.**
B. Körper durch hufeisenförmige Krümmung einen dorsalen Hohlraum (Phäosomentasche) bildend, der durch einen dorsalwärts nach vorn zurückgebogenen Endstachel gedeckt wird **22. Citharistes.**

17. Phalacroma Stein. Gestalt meist eiähnlich, bisweilen fast kugelförmig, bisweilen das Vorderende stärker abgeflacht, fast eben, das Hinterende verjüngt bis zur

abgerundeten Kegelform oder Mitraform, in transversaler Richtung meist etwas flacher als in sagittaler. Furchen nicht vertieft, meist nur durch die Flügelleisten kenntlich gemacht. Gürtel nicht furchenartig vertieft: Querring nach vorn verschoben, so dass die vordere Schale sich zur hinteren Schale wie Topf zu Deckel verhält. Deckel bisweilen hoch gewölbt, bisweilen flach gewölbt, doch immer von bedeutendem Umfang, nicht reduciert. Gürtelringverlauf fast kreisförmig, schraubenartige Steigung kaum bemerkbar. Gürtelschloss (sog. Längsfurche) nicht furchenartig vertieft, gerade, kurz; nach vorn in die Längsfurche mündend, nach hinten auf circa $^2/_3$ der Körperlänge in die Ventralfläche übergehend. Panzerzusammensetzung: Gürtel: 2 Ringplatten und 1 Längsplatte; vordere Schale: 2 durch Sagittalnaht verbundene Platten; hintere Schale ebenso. Geißelspalte in der Längsfurche, nahe der Mündung in die Querfurche. Membranstructur der Platten verschieden, kleine getrennte Poroiden bis grobmaschiges Areolennetz, Poren in ersterem Fall zerstreut zwischen den Poroiden, in letzterem je 1 Porus im Centrum jeder Areole. Randleisten des Gürtelringes deutlich, aber nicht übermäßig breit entwickelt, fast horizontal vom Körper abstehend, nicht trichterartig. Randleisten der Längsfurche kräftige, senkrecht vom Körper abstehende, ebene, flügelartige Platten; rechte Flügelleiste kleiner,

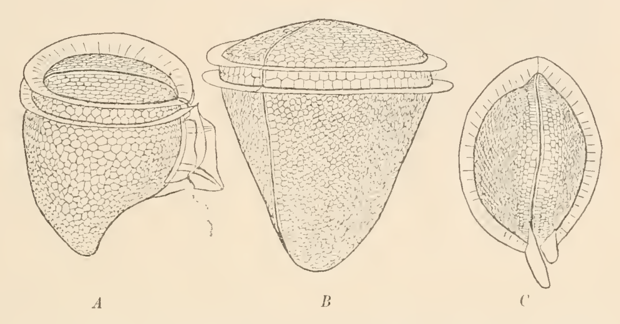


Fig. 38. *A* u. *C* *Phalacroma mitra* Schütt (400/1). — *B* *Ph. cuneus* Schütt (400/1). *A* rechts laterale, *B* rechts dorsale Gürtelansicht; *C* hintere Schalenansicht. (Nach Schütt.)

ohne Balken und Stacheln; linke Flügelleiste kräftiger und größer, meist mit 3 kräftigen Stacheln, aus 2 Teilen bestehend, am Mittelstachel aus getrennten Teilen bestehend, wovon der vordere zur linken, der hintere zur rechten Panzerhälfte gehört. Bisweilen am hinteren Körperende noch eine kleine, dreieckige, sagittal gestellte, accessorische Flügelleiste mit Mittelstachel, selten mehrere größere, sagittal gestellte Stacheln, die mehr minder vollständig durch die accessorische Flügelleiste verbunden sind. Chromatophoren bei einigen Arten vorhanden, bei anderen fehlend; wenn vorhanden, dann oft sehr reichlich, nicht auf die Randzone des Plasmas beschränkt. Plasma farblos oder selten rosarot. Kern rundlich bis eiförmig, in der hinteren Körperhälfte dem mittleren Rückenteil der Sagittalnaht genähert. Pusulen: normal, 2 sehr große Sackpusulen, rund, länglich einfach, beutelförmig, gerade oder gekrümmt, nierenförmig bis U-förmig, meist mit breitem Ausführungscanal, die eine annähernd äquatorial im vorderen Körperteil gelagert, die andere ventral in der hinteren Körperhälfte sagittal schräg nach hinten gerichtet. Oft auffallende Einschlusskörper: Nadeln von dem Centrum der Zelle ausstrahlend.

10 marine Arten im Warmwassergebiet. *P. mitra* Schütt, *P. cuneus* Schütt (Fig. 38 *A*—*C*).

18. **Dinophysis** Ehrenb. Gestalt eiähnlich, häufiger sackähnlich in die Länge gestreckt, transversal meist weniger dick. Panzer und Inhalt wie bei *Phalacroma*, doch vordere Schale stärker reduciert, kleiner, deckelartig, flach, aber doch noch ansehnlich entwickelt. Gürtelringleisten schräg nach vorn gerichtet, vordere zu einem

Trichter vergrößert. Besondere Einschlüsse: bei einer Art am Hinterende kleine, doppeltlichtbrechende Körner.

10 marine Arten, besonders im Gebiet des kalten Wassers. *D. acuta* Ehrenb. (Fig. 39 *A—C*).

19. **Amphisolenia** Stein. Gestalt sehr lang gestreckt, ähnlich einer sehr langen, dünnen Spindel, einer Packnadel, oder einem Baumreis, gerade oder gebogen, einfach oder verzweigt, am hinteren Ende oft kopfig oder flossenartig verbreitert, mit kurzen, kräftigen Stacheln, Gürtelring kreisförmig, ganz nach dem vorderen Ende verschoben, Körper hier in der Äquatorialebene etwas angeschwollen, und dorsalwärts umgebogen.

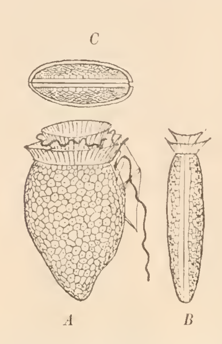


Fig. 39. *Dinophysis acuta* Ehrenb. *A* rechte, *B* dorsale Gürtelansicht; *C* hintere Schalenansicht (400/1). (Original.)

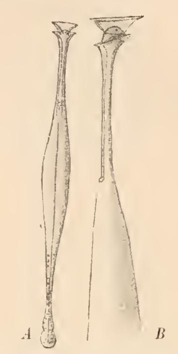


Fig. 40. *Amphisolenia globifera* Stein. *A* ventrale Gürtelansicht (200/1); *B* Vorderteil in linker, lateraler Gürtelansicht (400/1). (Nach Stein.)

Prä- und postäquatorialer Teil des Panzers sehr ungleich groß. Die stark reducierte Oberschale ist ein kleines, flaches Plättchen, aus 2 kleinen, flachen, durch Sagittalnaht verbundenen Tafeln gebildet, die sehr viel größere hintere Schale, ebenfalls nur aus 2 durch sagittale Naht verbundenen Platten gebildet, giebt dem Körper die langgestreckte, charakteristische Gestalt. Gürtelringleisten ähnlich wie bei *Dinophysis*. Längsfurche gerade gestreckt, streifenförmig, von der Querfurche nur eine Strecke lang an der halsartigen Verjüngung entlang laufend, von schwach entwickelten, fast saumartigen Randleisten begleitet. Geißelspalte am hinteren Ende der Längsfurche. Structur sehr schwach, fast fehlend. Chromatophoren, soweit bis jetzt bekannt, nicht vorhanden.

4 marine Arten im Warmwassergebiet. *A. globifera* Stein (Fig 40 *A, B*).

20. **Ornithocercus** Stein (*Parelion* A. Schmidt). Gestalt oval-beutelförmig, seitlich ziemlich zusammengedrückt. Gürtelring sehr weit nach vorn verschoben, relativ sehr breit, dorsalwärts breiter als ventralwärts, flach, kaum furchenartig vertieft, mit 2 Platten bedeckt. Oberschale auf ein sehr kleines, schmales, flaches, aus 2 durch Sagittalnaht verbundenen Plättchen bestehendes Täfelchen reduciert. Unterschale aus nur 2 Tafeln gebildet, von der Form einer seitlich zusammengedrückten Eicalotte. Structur poroid bis grobmaschig areoliert, bisweilen in der Sagittalzone und in der Gürtelnähe schwächer entwickelt. Randleisten des Gürtelringes auffallend, sehr stark lamellös entwickelt (Flügelleisten); vordere bildet einen sehr großen, dorsal geschlossenen Trichter, mit sehr kräftiger, radialer, oft baumartig verzweigter Nervatur; hintere bildet einen, meist nicht viel kleineren Trichter oder Cylinder mit starker, radialer, unverzweigter oder weniger reichlich verzweigter Nervatur. Die beiden Flügelleisten umschließen einen geräumigen, ringförmigen Raum, in dem sich oft kleine, braune, bohnenartige, plasmatische Körperchen (Phäosomen) finden. Gürtelschloss (Längsfurche) nicht furchenartig vertieft, vom Gürtelring beginnend, auf der Ventralseite frei endend, nicht vertieft, von sehr großen Flügelleisten eingefasst. Rechte Flügelleiste schwächer entwickelt, wenig

oder gar nicht structuriert; linke sehr groß, vorderer Teil bis zur Mittelrippe gehend, zur linken Panzertafel gehörend, mit der unteren Gürtelringrandleiste verschmolzen. Hinterer Teil, zur rechten Panzerhälfte gehörend, von der Mittelrippe beginnend, verschmilzt mit einer großen, sagittalen, ebenplattigen, accessorischen Flügelleiste, die bis auf die Dorsalseite herumreicht, und durch mehrere, oft verzweigte und mit einander anastomosierende Radialrippen verstärkt ist. Geißelspalte in der Längsfurche, nahe der Querfurche. Kern dorsal, sagittal hinten gelagert, groß. Chromatophoren nicht beobachtet. Pusulen: 2 große Sackpusulen in der Nähe der Geißelspalte.

2 marine Arten im Warmwassergebiet. *O. magnificus* Stein, *O. splendens* (Fig. 41 *A*, *B*).

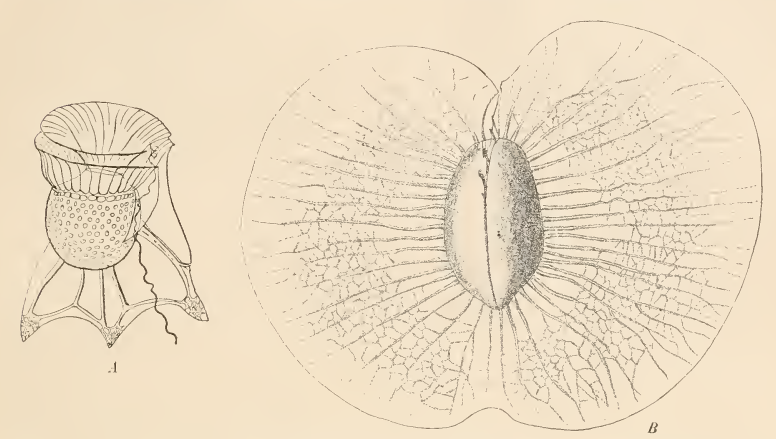


Fig. 41. *A Ornithocercus magnificus* Stein, rechts laterale Gürtelansicht (400/1). — *B O. splendens* Schütt, untere Schalenansicht. (Nach Schütt.)

21. **Histioneis** Stein. Gestalt ei-beutelförmig, Querschnitt elliptisch bis kahnförmig. Gürtelring (Querfurche) flach, oder wenig furchenartig vertieft, ganz nach vorn verschoben, sehr stark verbreitert, dorsalwärts stärker verbreitert als ventralwärts. Oberschale bis auf ein minimales, rundes Täfelchen reduciert, ventralwärts verschoben. Obere Randleiste der Querfurche zu einem abnorm hohen, spitzen, steilen Kopftrichter ausgewachsen. Untere Randleiste der Querfurche fast von derselben Höhe, direct nach vorn gerichtet, meist durch Verstärkungsrippen in 2 Etagen geteilt, in der Dorsallinie unterbrochen, also in 2 seitliche Flügel zerfallend, einen sehr großen, ringförmigen Hohlraum umschließend, zur Aufnahme von braunen, bohnenartigen, plasmatischen Körpern (Phäosomen). Längsfurche von der Querfurche beginnend, gerade nach hinten auf der Ventralseite auslaufend, nicht furchenartig vertieft, rechte Flügelleiste reduciert, linke Flügelleiste abnorm nach hinten ausgewachsen, den hinteren Pol erreichend, oft bis weit über Körperlänge nach hinten steuerruderartig vorspringend, mit 3 radialen, oft baumartig verzweigten Hauptrippen und oft noch mehreren accessorischen Rippen; vorderer Teil von der Querfurche bis zur Mittelrippe reichend, hinterer Teil von der Mittelrippe an davon getrennt, bisweilen am Hinterstachel mit transversalem, plattigem Anhängsel. Chromatophoren zweifelhaft. Kern groß, eiförmig, dorsal, sagittal hinten.

5 marine Arten im Warmwassergebiet. *H. gubernans* Schütt (Fig. 42 *A*), *H. cymbalaria* Stein (Fig. 42 *B*).

22. **Citharistes** Stein. Gestalt mehr minder gestreckt beutelförmig, fast hufeisenförmig gekrümmt, so dass der hintere Pol schräg dorsal nach vorn zeigt. Gürtelring

(Querfurche) nicht furchenartig vertieft, convex, weit nach vorn verschoben. Oberschale auf eine kleine, aus 2 sagittal verbundenen Platten gebildete, schwach gewölbte Tafel reduciert. Vordere Randleiste des Gürtelringes mäßig entwickelt, schräg, trichterförmig wie bei *Dinophysis*; hintere schwach entwickelt. Längsfurche nicht furchenartig vertieft, kurz, flach, von der Querfurche beginnend, auf der Ventralseite frei endend. Geißelspalte

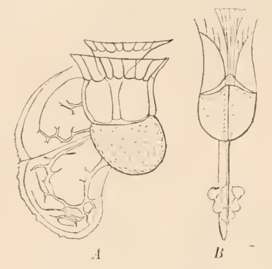


Fig. 42. *A Histioneis gubernans* Schütt, links laterale Gürtelansicht (600/1). — *B H. cymbalaria* Stein, dorsale Gürtelansicht. (*A* nach Schütt; *B* nach Stein.)

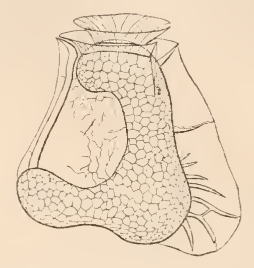


Fig. 43. *Citharistes Apsteinii* Schütt, rechte Gürtelansicht (700/1). (Nach Schütt.)

in der Längsfurche, nahe der Querfurche. Rechte Flügelleiste der Längsfurche wenig entwickelt; linke Flügelleiste sehr ansehnlich flossenartig, bis nach hinten reichend, mit 3, meist nicht verzweigten Hauptrippen und mehreren accessorischen Rippen, namentlich im hinteren Teil. Hintere, dorsalwärts umgebogene Spitze des Körpers mit einem kräftigen Hinterstachel, der dorsalwärts nach vorn gerichtet ist und sich nahe an das vordere Körperende und die hintere Querfurchenflügelleiste anlegt. Hinterstachel mit 2 transversalen, feinplattigen Anhängseln, die sich ventralwärts über die Höhlung des gekrümmten Körpers legen, hier einen Hohlraum umschließend, in dem eine Traube kleiner plasmatischer Körper (Phäosomen) Platz findet.

2 marine Arten im Warmwassergebiet. *C. Apsteinii* Schütt (Fig. 43).

BACILLARIALES
(Diatomeae)

von

F. Schütt.

Einzellig. Zellen sehr klein, zuweilen zu Ketten vereinigt bleibend, oder Colonien bildend. Membran mit Kieseleinlagerung, nicht zusammenhängend, panzerartig aus Tafeln zusammengesetzt. Tafeln in 2 Gruppen gegliedert: Schalen und Gürteltafeln, letztere selten fehlend. Tafeln bisweilen in mehrere Platten aufgelöst (Zwischenbänder). Panzerhälften mittelst ringförmiger, über einander geschobener Gürteltafeln schachtelartig, beweglich, mit einander verbunden. Chromatophoren grüngelb bis braungelb. Vermehrung durch Querteilung, wobei jede Tochterzelle eine Hälfte der Muttermembran erhält und die andere Hälfte noch innerhalb der alten Gürtelbänder neu ausscheidet. Verkleinerung der Art durch Zellteilung und Wiederherstellung der normalen Größe durch Auxosporenbildung, die geschlechtslos verläuft oder mit Copulation verbunden ist. Eigenbewegung fehlt, oder sie wird vermittelt durch einen geißelähnlichen Bewegungsapparat, der durch eine Membranspalte (Raphe) nach außen hervortritt.

Fam. **Bacillariaceae.**

Bacillariaceae

von

F. Schütt.

Mit 603 Einzelbildern in 239 Figuren.

(Gedruckt im Juli 1896.)

Wichtigste Litteratur. Abbildungswerke: William Smith, A Synopsis of the British *Diatomaceae*, mit Tafeln von Tuffen West. Vol. 2. London 1853—1856. — Adolf Schmidt, Atlas der Diatomaceenkunde. Leipzig 1874—1877. — Van Heurck, Synopsis des Diatomées de Belgique, mit reichen Beiträgen von Grunow. — Castracane, degli Antelminelli, Report on the sc. res. of the Voyage of H. M. S. Challenger. Botany, vol. II. London 1886. — Pantocksek (Jos.), Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillariaceen Ungarns. 1886—1893.

Handbücher: Pfitzer in Schenk's Handbuch der Botanik. Bd. II. 443. Breslau 1882. — H. Van Heurck, A Treatise on the *Diatomaceae*, gegen Ende 1896 erscheinend, konnte durch Freundlichkeit des Verfassers im Manuscript noch verglichen werden. Dasselbe Werk wird 1897 in französischer Bearbeitung als Traité des Diatomées erscheinen.

Anatomie, allgemeine Morphologie und Entwickelungsgeschichte. Biologie: Pfitzer, Untersuchungen über Bau und Entwickelung der Bacillariaceen (in Hanstein's Bot. Abh. a. d. Geb. d. Morph. und Phys. 1871). Ergänzungen: wenig zahlreich, darunter die Abhandlungen von P. Petit (Bull. Soc. Bot. France 1877), Brebissonia 1880. — Deby, Bull. Soc. Belg. de Mic. 1875 u. f. — Schmitz, Sitzungsber. d. natf. Ges. z. Halle 1877. — Otto Müller, Reichert u. Du Bois-Reymond's Archiv 1871; Bot. Zeit. 1872, Sitzber. der Ges. naturf. Freunde. Berlin 1874—1881. Ber. d. D. Bot. Ges. 1883—1896. — F. Schütt, Ber. d. D. bot. Ges. 1886—1895. Bot. Zeit. 1888. Pflanzenleben der Hochsee 1892. — Bütschli, Verh. d. Nat.-mer. Vereins zu Heidelberg 1892. — Lauterborn, Ber. d. D. bot. Ges. 1894. — Castracane, Atti dell' Acad. pont. de' nuovi lincei 1876—1896.

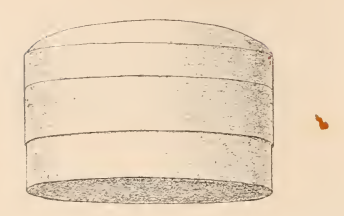


Fig. 44. Schachtelform der Zelle. *Antelminellia gigas* (Castr.) F. S., Gürtelansicht (24/1). (Nach Schütt.)

A B C D

Fig. 45. Verschiedene kettenartige Colonien. *A* gerade, gestielte Kette von *Tabellaria* (*Striatella*) *unipunctata* (Ag.) F. S., die ganzen Schalenflächen der benachbarten Zellen sind an einander gekittet. — *B* Zickzackkette von *Grammatophora serpentina* Ralfs, die Zellen haften mittelst Gallertpolster mit je einer Ecke an einander. — *C* gemischte, gerade und Zickzackkette und *D* Sternkette, beide von *Diatoma elongatum* Ag. (Alles nach W. Smith; 400/1).

Systematik und Floristik. Originallitteratur sehr ausgedehnt und sehr zerstreut. Vollständiges Verzeichnis derselben sowie der Synonymik siehe in De Toni, Sylloge Algarum, Vol. II. *Bacillariaceae.* Patavii 1891—1893. — P. T. Cleve, Synopsis of the Naviculoid Diatoms, bisher erschienen Part I., Stockholm 1894 in K. Svensk. Vet. Ak. Handlingar, Bd. 26. F. Habirschaw, Catalogue of the Diatomaceae (Litteraturverzeichnis aller bis 1877 publicierten Species). Le Diatomiste, Journal spécial, P. I. Tempère, Paris 1890—1896.

Merkmale. Mikroskopisch, einzellig, einzeln, oder zu Ketten oder zu baumartigen Colonien vereinigt. Form verschieden, nicht selten mit Horn- oder stachelartigen Aus-

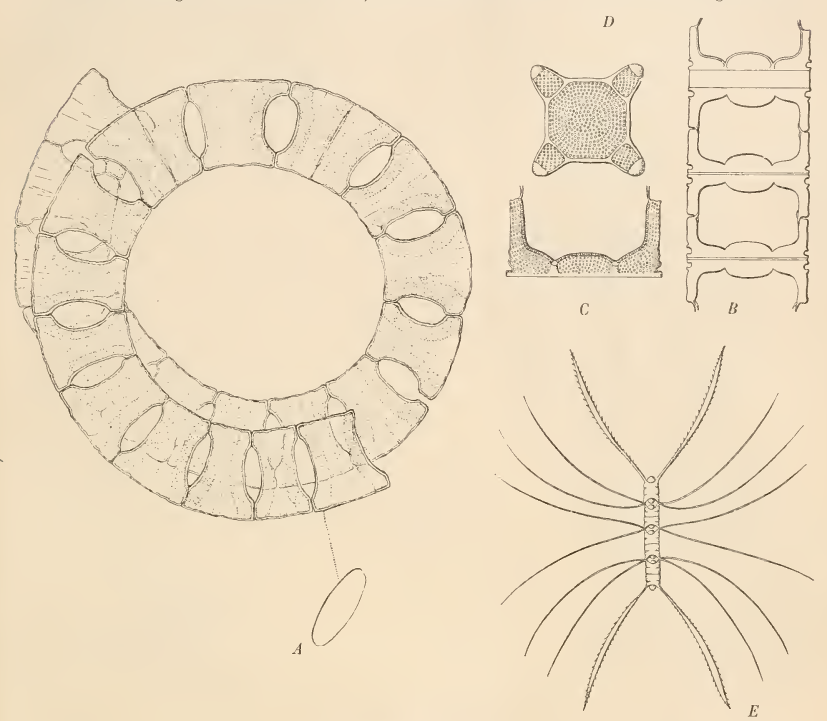


Fig. 46. Kettenformen. *A* schraubenförmige Kette von *Eucampia zodiacus* Ehr., die Schalen sind mit den Enden der Buckel verkittet in Gürtelansicht, daneben eine Zelle in Schalenansicht (400/1). — *B—D Hemiaulus* (*Solium*) *exsculptum* Heib. *B* Kette, deren Schalen durch Klauen an den Hornenden mit einander verzapft sind; *C* eine Schale in Gürtel-, *D* eine Schale in Schalenansicht. — *E Chaetoceras protuberans* Lauder, die Zellen sind mit den Wurzeln langer Hörner verkittet zu einer geraden Kette. (*A* nach W. Smith; *B—D* nach Heiberg; *E* nach Lauder.)

wüchsen. Membran mit celluloseartiger Grundsubstanz, meist durch reichliche Kieselsäureeinlagerung starr, panzerartig aus 4 oder mehr Platten zusammengesetzt. 2 Gruppen von Panzerplatten: Gürtelplatten und Boden-, resp. Deckelplatten, je eine Deckelplatte (Schale) und eine Gürtelplatte (ringförmiges Gürtelband) eine Panzerhälfte bildend. Hälften mittels der Gürtelbänder nach Art einer Pillenschachtel über einander greifend. Zwischen Schale und Gürtelband häufig noch Zwischenbänder eingeschaltet. Platten durch Verfalzung mit einander verbunden, mit Ausnahme der beiden Gürtelbänder, die ineinander beweglich verschiebbar bleiben. Membran übersäet mit feinsten Poren.

Centrifugales Dickenwachstum der Membran bildet Verstärkungsleisten auf der Außenseite, die meist zu areolären Liniensystemen verbunden sind. Besonders hervorragende Membranverdickungen sind Stacheln, Flügelleisten. Die höheren Sippen mit 2 oder mehr spaltenartigen Membrandurchbrechungen (Naht oder Raphe) zum Austritt von plasmatischen Bewegnngsorganen. — Chromatophoren gelb, plattenförmig, zahlreich klein, oder in Ein- oder Zweizahl groß.

Durch Teilung einer Zelle entsteht eine gleiche und eine kleinere Zelle. Jede erhält die Hälfte der alten Membran und bildet noch innerhalb der alten Gürtelbänder die neuen Membranteile aus, die dann nicht mehr wachsen. Fortgesetzte Zellteilung verkleinert den Durchmesser der Zellen. Auf eine Reihe sich verkleinernder Generationen folgt eine kleinste, die durch Auxosporenbildung einer Generation von maximalem Zelldurchmesser den Ursprung giebt. Auxosporenbildung ungeschlechtlich oder mit Copulation verbunden. Ruhesporenbildung mit oder ohne vorhergehende Zellteilung.

Vegetationsorgane. **1. Bau der Pflanze.** Bei den meisten Arten erreicht das Pflanzenindividuum nur den Wert einer einzelnen Zelle.. Einzelne Gruppen bilden mehr- bis vielzellige Colonien. Beide Gruppen leben im Wasser, sind entweder freibeweglich oder festgewachsen. Die freibeweglichen schweben entweder frei im Wasser (Planktondiatomeen) oder sie haften an Substraten (Boden, Steine, Wasserpflanzen) [Grunddiatomeen]. Die freien Grunddiatomeen besitzen active Beweglichkeit. Die festsitzenden Diatomeen haften am Substrat mittelst Füßen oder Schläuchen, die aus weicher, meist gelatinöser Substanz gebildet sind. Der Fuß ist entweder ein unscheinbares Gallertpolster, das an der Schalenmitte oder einer Ecke ausgeschieden wird, oder ein regelrechter Stiel, der einfach oder verzweigt sein kann.

Die Colonien bilden im einfachsten Falle Zellreihen (Ketten) (Figg. 45 u. 46), wobei die Zellen mit der Schalenseite an einander haften, entweder mit der ganzen Fläche oder nur mit geringen Teilen, Vorsprüngen etc. einander berührend. Die Verbindung wird vermittelt durch eine unsichtbare Kittsubstanz oder ein Gallertpolster (feste Ketten, in denen die Zellen unbeweglich an einander haften wie die gestielten Zellen am Boden), oder Verzapfung oder durch Plasma (bewegliche Ketten), in denen

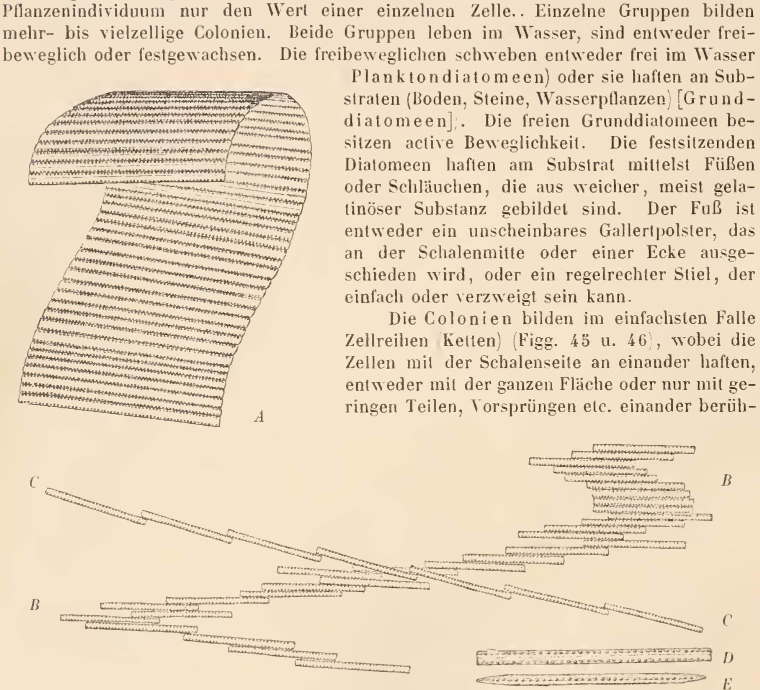


Fig. 47. Bewegliche Colonie von *Bacillaria paradoxa* Gmel. *A* die Zellen bilden eine Kette, indem Schale an Schale sich anschließt. Die ganze Kette hat sich nach Art einer Rolljalousie gerollt. Die Rollung kann im nächsten Moment rückgängig gemacht werden (200/1); *B B* und *C C* 2 Ketten in Bewegung, in verschiedenen Stadien der Streckung. Die Schalen gleiten auf einander entlang, ohne den Zusammenhang zu verlieren; *D* eine Zelle in Gürtelansicht, *E* in Schalenansicht. (Nach W. Smith.)

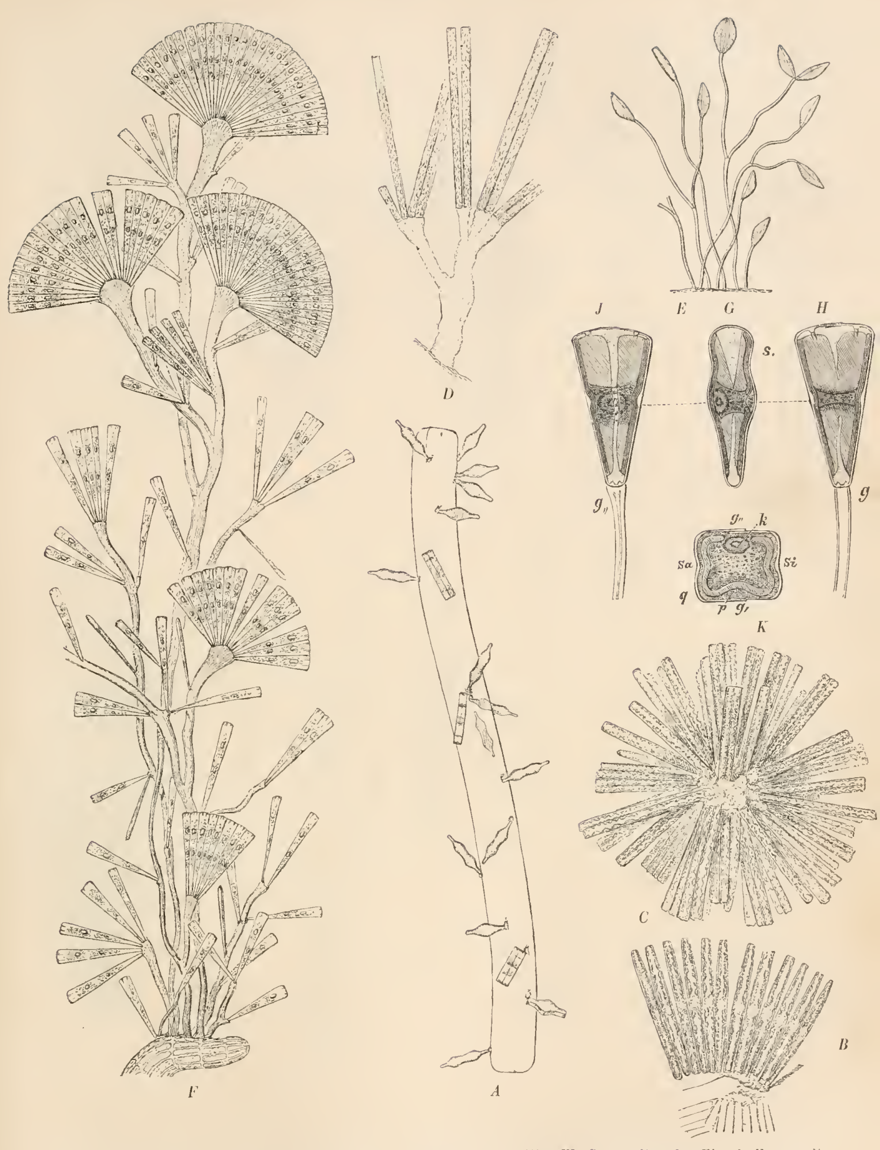


Fig. 48. Colonien mit Stielbildung. *A Fragilaria parasitica* W. Sm., sitzende Einzelzellen, mit kleinem Gallertpolster an einem Ende angeheftet, epiphytisch auf *Nitzschia*. — *B Synedra pulchella* (Ralfs) Kütz., sitzende fächerartige Kette mit kurzem Gallertpolster an einem Ende angeheftet. — *C S. radians* Kütz., radialstrahlige Colonie auf gemeinsamem Gallertpolster sitzend. — *D S. fulgens* W. Sm., kurzgestielte Colonie. Der Gallertstiel teilt sich, Teilung folgt nicht regelmäßig der Zellteilung. — *E Cymbella cistula* Hemp., langgestielte Colonie. Jeder Zellteilung folgt Stielgabelung. — *F Licmophora flabellata* (Carm.) Ag., reichverzweigter Rasen mit unregelmäßiger Teilung der Stiele und fächerförmigen Ketten an demselben Stielzweig. — *G—K* Zelle mit Zellinhalt und Stiel von *Gomphonema constrictum* Ehrenb. *G* Zelle in Schalenansicht; *H* u. *J* die beiden entgegengesetzten Gürtelansichten; *K* Transversalschnitt durch die Zelle. Der Chromatophor ist schraffiert, der Stiel ist hohl. (*A—F* nach W. Smith; *G—K* nach Pfitzer.)



Fig. 49. Colonien in Coccen-, Blatt-, Nest-, Schlauchform. *A Mastogloia meleagris* (Kütz.) Grun., Gallertnester gehäuft. — *B, C* blattartiges Pseudothallom von *Navicula* (*Dickieia*) *ulvacea* Berk. *B* Ansicht des Blattes; *C* Verteilung der Zellen in dem Pseudothallom (50/1). — *D Mastogloia Smithii* Thwait., baumartig verzweigte Gallertfäden mit angehefteten Nestern. — *E—G* baumartiges Pseudothallom von Zweigen von *Navicula* (*Schizonema*) *Grevillei* Ag. *E* verzweigtes Bäumchen; *F* einige Schlauchenden mit den bewohnenden Zellen; *G* eine Zelle aus dem Verbande in Gürtelansicht (400/1). — *H—K* dichter Rasen von Schläuchen gebildet von *Amphipleura* (*Berkeleya*) *Dillwinii* Ag. *H* Rasen; *J* einige Schläuche vollgepfropft mit Zellen (100/1); *K* eine Zelle aus dem Verbande (600/1). — *L Cymbella* (*Encyonema*) *caespitosa* Kütz. (200/1), Ausbildung der Schlauchverzweigung. (*K* nach Van Heurck; *A—J* und *L* nach W. Smith.)

die Zellen auf einander hingleiten wie die freien Zellen auf dem Boden (Fig. 47). Die mit den Schalenflächen an einander haftenden Ketten sind meist gerade, seltener gebogen, häufig tordiert, bisweilen gebogen tordiert, d. h. schraubenförmig. Die mit Vorsprüngen verbundenen Ketten haften entweder mit allen Vorsprüngen aneinander (echte Ketten) oder mit einem Teil derselben (Zickzackketten). Mit Buckeln versehene Zellen haften gewöhnlich mit den Buckelenden durch Gallertpolster aneinander, die mit Hörnchen versehenen mit den Hornenden und sind hier mittelst eigener Klauen mit einander verzapft (*Hemiaulus*); die Zellen mit langen Hörnern hängen mit den Hornwurzeln mittelst unsichtbarer Kittsubstanz (*Chaetoceras*) aneinander.

Die gestielten Formen bilden in der Weise Colonien, dass nur die erste Zelle einen Stiel ausbildet und alle folgenden, durch Teilung aus ihr entstehenden zur Kette mit ihr verbunden bleiben (einfache Stielbildung), oder aber mit der Zellteilung gabelt sich auch der Stiel (dichotomisch verzweigte Stielbildung) (Fig. 48 *E*), oder nicht jeder Zellteilung folgt eine Stielgabelung (unregelmäßig verzweigte Bäumchen) (Fig. 48 *F*).

Schlauchdiatomeen. Die erste Zelle umgiebt sich mit einer Hülle von weicher Membransubstanz. Mit Vermehrung des Inhaltes durch Zellteilung wächst auch die Hülle, teilt sich aber nicht, sondern bleibt gemeinsamer Schlauch für alle. Der Schlauch wächst bei der Zellteilung nur in die Länge, so dass die Zellen sich hinter einander lagern müssen, oder er wächst auch in tangentialer Richtung, so dass mehrere bis viele Zellen neben einander darin Platz finden; er umschließt die Zellen fest oder lose und lässt ihnen Platz zur Bewegung im Schlauch. Er gabelt sich nicht (einfache Schläuche), oder er gabelt sich mehr oder weniger häufig (mehr oder weniger reich verzweigte Bäumchen) (Fig. 49).

Schwebeeinrichtungen (Fig. 50). Die Planktondiatomeen besitzen oft eigenartige Hilfsmittel, welche ihnen das Schweben in den oberen Wasserschichten erleichtern. Einige der wichtigsten Schwebeeinrichtungen sind: Verringerung der Membrandicke, starke Vergrößerung des Volumens durch Ausbildung eines sehr großen Saftraumes, Abflachung zu münzenartigen, oder Streckung zu stab- oder nadelartigen Körpern. Complicicrtere Schwebapparate finden sich in Gestalt von horn- oder stachel- oder flügelartigen Auswüchsen, die fallschirmartig wirken. Bei langgestreckten Formen wird das Sinken durch Krümmung der Körperachse erschwert. Besonders wirksam werden diese Apparate, wenn sie mit Kettenbildung verbunden sind.

2. Bau der Zelle. 1. Hülle. Stoff. Die Membran der Zelle ist ein aus mehreren Stücken zusammengesetzter Panzer, der aus einer organischen Grundsubstanz besteht, welcher meist so reichlich Kieselsäure eingelagert ist, dass die Membran starr und unverweslich und selbst beim Glühen unzerstörbar wird. Typische Planktondiatomeen sind meist weniger kieselsäurereich, oft sind sie so schwach verkieselt, dass sie beim Eintrocknen zusammenfallen.

Bauplan. Der Panzer (Frustel, Theca) bildet ein festes Gehäuse, das aus 2 Stücken besteht, die nicht fest mit einander verwachsen sind, sondern nach Art der Pillenschachteln mit den Rändern über einander geschoben sind und in dieser Richtung dauernd verschiebbar bleiben. Jede der beiden Hälften (Hypotheca und Epitheca) besteht aus 2 oder mehr Panzerplatten. Die eine, das Gürtelband, ist ringförmig gebogen und meist, aber nicht immer, ohne das complicierte Dickenwachstum der anderen Platten. Der lichte Durchmesser der beiden, zu einer Zelle gehörigen Gürtelbänder (Pleurae) ist um mindestens die Dicke eines Gürtelbandes verschieden, wodurch die Verschiebbarkeit der beiden Bänder in einander ermöglicht wird. Die beiden über einander geschobenen Gürtelbänder bilden eine offene Röhre, die durch zwei Verschlussplatten, die Schalen (Valvae) geschlossen wird. Jede Schale ist fest mit dem ihr zugehörigen Gürtelbande verbunden. Meist ist die Schale am Rande zu einem kurzen, gürtelbandähnlichen Ringe umgebogen. Dieser Ringteil ist der Schalenmantel, die Verschlussfläche der Schalendeckel. Zwischen Schale und Gürtelband sind häufig noch accessorische Platten eingeschoben, die mit beiden fest verbunden sind. Diese Platten, die Zwischenbänder

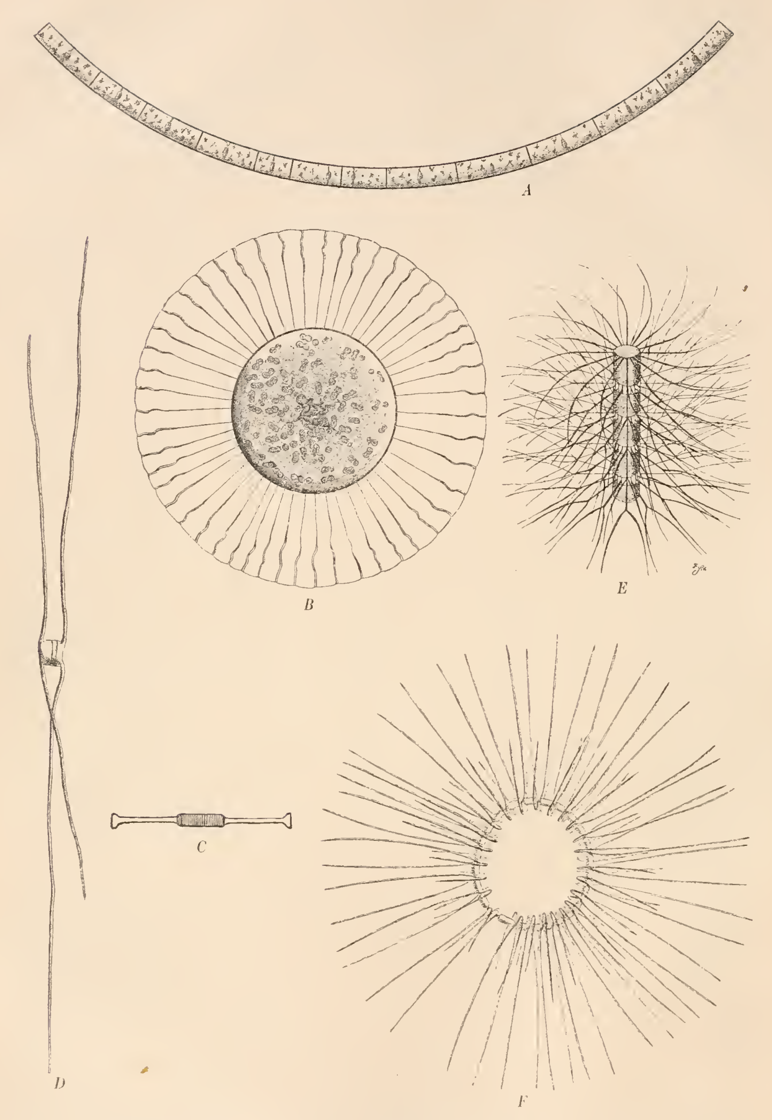


Fig. 50. Schwebeeinrichtungen. *A* gekrümmte stabförmige Kette von *Guinardia baltica* (Hensen) Schütt. — *B*, *C* münzenartige flache Zellform von *Planktoniella Sol* (Wallich) Schütt. *B* Schalenansicht; *C* Gürtelansicht. — *D Chaetoceras boreale* Bail., Zelle mit langen Hörnern. — *E Bacteriastrum varians* Lauder, Teil einer geraden Kette mit strahligen, gebogenen Hörnern. — *F Chaetoceras secundum* Cleve, schraubenförmig gebogene Kette mit radialstrahligen, gebogenen Hörnern. (*A* 80/1, *B* 250/1, *C* 125/1, *D* 250/1, *E* 200/1, *F* 100/1.) (Alles nach Schütt

(Copulae) (Fig. 51), sind entweder nach Art der Gürtelbänder als geschlossene Ringe ausgebildet und erscheinen dann wie secundäre Gürtelbänder, oder sie sind offen und bilden dann auch Ringe, oder sie keilen sich seitlich aus und bilden dann keinen geschlossenen Ring, sondern einen offenen Keil oder eine Schuppe, die erst mit Nachbarschuppen vereint den Ring schließt (Panzer der ersten Gruppe bilden Ringpanzer, die der letzteren Schuppenpanzer). Häufig haben auch die Zwischenbänder einen senkrecht zur Gürtelbandachse umbiegenden Teil, das Septum. Das Septum verhält sich zum Gürtelteil des Zwischenbandes wie der Schalendeckel zum Schalenmantel. Septum und Mantel des Zwischenbandes bestehen aus einem Stück. Das Septum bildet eine Zwischenwand im Zellraum und teilt diesen in mehrere Kammern. Diese Zwischenwände sind durch ein oder mehrere Löcher (Fenster) durchbrochen, durch die das Plasma der verschiedenen Kammern mit einander in Verbindung steht. — Die Septen der Zwischenbänder sind Quersepten, sie schneiden die Central- oder Gürtelbandachse meist senkrecht. Die Quersepten setzen sich entweder an der ganzen Peripherie des Zwischenbandes an oder nur einseitig (Ecksepten). Häufig hat auch die Schale Septen, d. h. ins Innere vorspringende Membranverdickungen in Balken- oder Wandform. Diese Septen laufen meist parallel der Central- und Transversalachse und sind von ersteren als Transversalsepten zu unterscheiden. — Die Verbindung von Schale mit Gürtelband und von

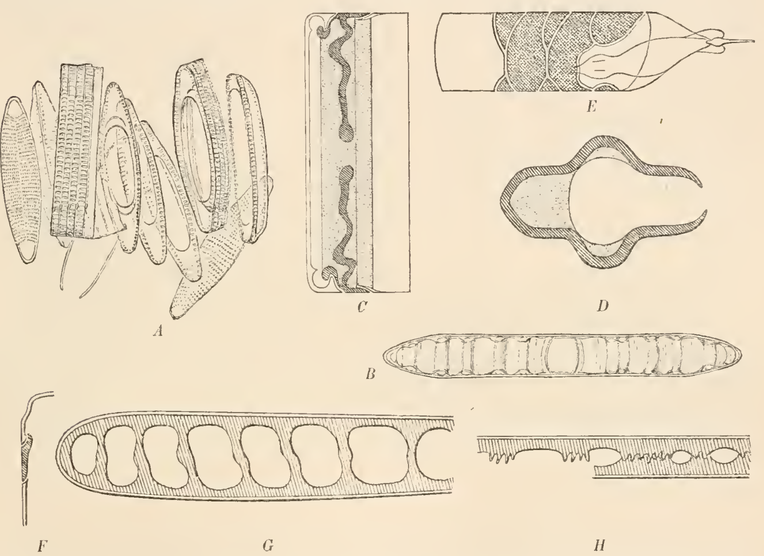


Fig. 51. Zwischenbänder und Quersepten. *A Rhabdonema arcuatum* Lyngb. Kütz. Ein Zellpanzer in seine einzelnen Platten aufgelöst: Schalen, Zwischenbänder mit Quersepten, Gürtelbänder. — *B Grammatophora serpentina* Ralfs, gefenstertes, welliges Septum in Flächenansicht. — *C G. maxima* Grun., halbe Zelle in Längsschnitt und Gürtelansicht. Schale, Zwischenband mit durchbrochenem Septum, Gürtelband (Falzeinrichtung). — *D* keilartiges, ringförmig offenes Zwischenband mit Eckseptum von *Tetracyclus lacustris* Ralfs. — *E Rhizosolenia styliformis* Brightwell, mit schuppenartigen Zwischenbändern. — *F—H Climacosphenia moniligera* Ehrenb. *F* sagittaler Längsschnitt durch eine Ecke der Membran, die Verfalzung zeigend; *G* mehrfenstriges Septum des der Schale zugewandten Zwischenbandes, breites Ende; *H* dasselbe, schmales Ende. (*A*, *B* nach W. Smith; *C—H* nach O. Müller.)

Zwischenband mit Schale und Gürtelband und von Zwischenband mit Zwischenband wird durch eigentümlich geformte, übereinandergreifende Falzflächen vermittelt. (Fig. 51 *C*, *F*.

Structur (Fig. 52). Die Panzerstücke, namentlich die Schalen, sind gezeichnet mit Systemen von parallelen, strahlenden oder sich kreuzenden Linien (rechtwinkelig gekreuzt = rectangulär, schiefwinkelig gekreuzt = decussiert), von Punkten,

Perlenreihen, Kreisen, Polygonen etc., die für die Speciesdiagnosen große Bedeutung haben. Die Feinheit dieser Zeichnung ist sehr verschieden; *Isthmia nervosa* hat Polygone von 8 μ Durchmesser, *Pleurosigma angulatum* solche von $^1/_2$ μ, während andere so fein sind, dass sie mit den besten Systemen, unter bester Beleuchtung nur gerade als Striche oder Punkte erkannt werden können. Die Zeichnungen werden erzeugt durch ungleiche centrifugale, seltener centripetale Wandverdickung. Die Panzerplatte besteht aus einer sehr feinen Grundmembran, auf welche nach außen leistenförmige Verdickungen aufgesetzt sind, die durch ihre Anordnung die Membranzeichnung hervorbringen. In den meisten Fällen sind die Leisten netzartig mit einander verbunden und bilden ganz flache Areolen, die nach Art der Bienenwaben angeordnet sind. Bisweilen lässt sich erkennen, dass sich die Leisten an ihrer oberen Fläche noch wieder seitlich umbiegen. Diese letzte Umbiegung bildet eine zur Grundmembran parallele Platte mit großer centraler Öffnung über jeder Areole. Die Membran gleicht dadurch einer Platte mit aufgesetzten T-Trägern, die gitterartig mit einander verbunden sind. Im Querschnitt giebt sie etwa folgendes Bild **IIII**. Die Grundmembran ist zwischen den netzartig verbundenen Verdickungsleisten von zahlreichen feinen Poren durchsetzt. In jeder Areole findet sich ein Nadelstichporus oder deren zahlreiche. Außer den centrifugal wachsenden, auf die Außenseite der Membran aufgesetzten Leisten finden sich bisweilen auch noch nach innen vorspringende Membranleisten, die sich in manchen Fällen zu kleinen, fest geschlossenen Kämmerchen verbinden. — Außer den erwähnten leistenförmigen Verdickungen trägt die Membran mancher Formen auf der Außenseite noch auffälligere Verdickungen in Form von Flügelleisten, Kielen, Dornen, soliden und hohlen, langen Stacheln etc. Besonders wichtig sind 3 knotenförmige Verdickungen, die in der Mitte (Centralknoten) und in der Nähe der beiden Enden (Endknoten) der Schalen mancher Gruppen vorkommen. Der Centralknoten ist in Schalenansicht annähernd rund, in manchen Fällen verbreitert er sich in transversaler Richtung zu einem Balken (Stauros).

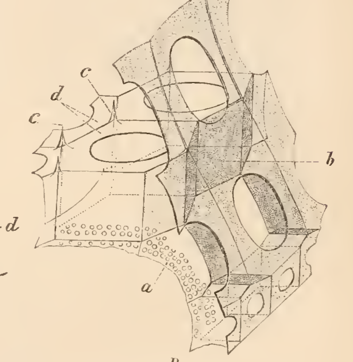


Fig. 52. Schalenstructur. *Triceratium Favus* Ehrenb., Bruchstücke der Schale, *a* Grundmembran, *b* Leisten, *c* Spitzen, *d* horizontal überragende Ränder. *A* ein Stück der Schale von der Fläche gesehen. In der Mitte ist die obere durchbrochene, der Grundplatte parallele Platte entfernt, so dass nur die Grundplatte und die wabenartig verbundenen Leisten zu sehen sind; *B* ein Stück vom Schalenrande in perspectivischer Ansicht (1200/1). (Nach Pfitzer.)

Zwischen den Knoten erstreckt sich die Raphe, auch Naht genannt (ein Ausdruck, der besser vermieden würde, weil er leicht irreführt, cf. *Peridiniaceae*). Sie bildet auf jeder Schale eine meist annähernd gerade, oder S-förmig oder C-förmig gebogene, feine Linie, die in Wirklichkeit ein sehr compliciert gebauter und functionierender Apparat ist, durch den das Plasma des Zellinnern mit dem umgebenden Wasser in Verbindung treten kann. Nach Otto Müller besteht »die Raphe jeder Schale aus einem Centralknoten und 2 Endknoten, welche durch je ein an der äußeren und ein an der inneren Zellwandfläche verlaufendes System von Spalten und Canälen mit einander verbunden sind. Jeder der beiden Endknoten wird von einer Spalte durchbrochen, der halbmondförmigen Pol-

spalte, die durch einen äußeren Endknotencanal in den äußeren Raphenspalt übergeht. In der Nähe des Centralknotens gestaltet sich diese Spalte zum Canal, der über der Basis des Centralknotens fast rechtwinkelig umbiegt, denselben in mehreren kurzen Windungen von außen nach innen durchbricht und sich in der Höhe von etwa zwei Dritteln des Centralknotens gabelt. Der dem Centrum zugewendete Arm steigt in einigen Windungen bis zum ausgehöhlten Gipfel des Centralknotens, woselbst er in einer offenen Rinne mündet, welche die beiden Centralknotencanäle mit einander verbindet und den Zusammenhang zwischen der vorderen und hinteren Hälfte der Raphe vermittelt. Der andere Arm eines jeden der beiden Centralknotencanäle wendet sich rückläufig einem der Pole zu, geht bald in die innere Raphenspalte über und diese endlich mündet auf

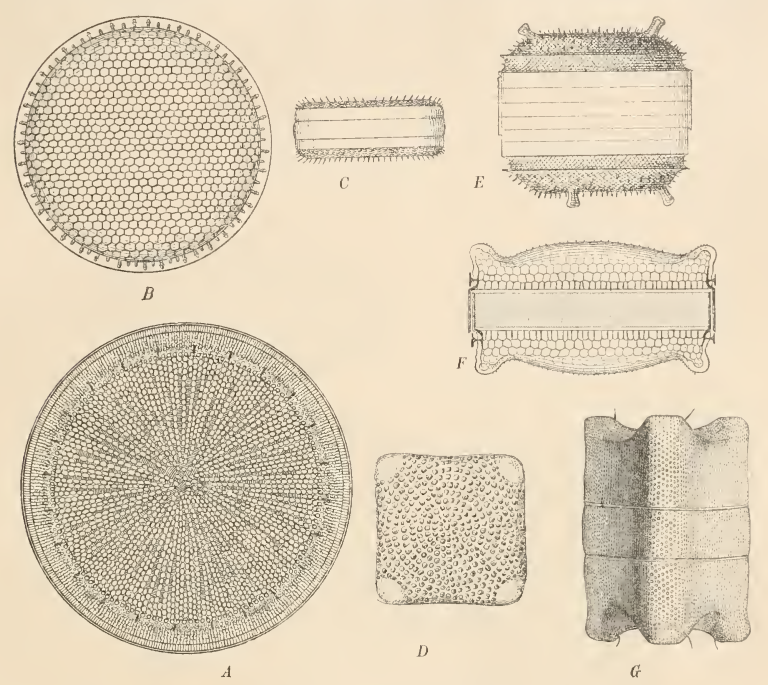


Fig. 53. Beispiele von centrisch gebauten Zellen. Schalenansicht ist kreisförmig von *A*, *B*, *C*, *E*; polygonal von *D*, *F*, *G*. Schalenstructur radiär in *A*, *D*; nicht radiär in *B*. — *A Coscinodiscus* (*Cestodiscus*) *convexus* Castr. (365/1), *B C. Macraeanus* Grev., *C C. excentricus* Ehrenb. (350/1), *D Triceratium* (*Amphitetras*) *antediluvianum* Ehrenb. (400/1), *E Aulacodiscus scaber* Ralfs, *F Triceratium Favus* Ehrenb., *G T. orbiculatum* Ehrenb. *A*, *B*, *D* Schalenansicht, *C*, *E*, *F*, *G* Gürtelansicht. (*A* nach Castracane; *B*, *G* nach Greville; *C*, *D* nach W. Smith, *E*, *F* nach A. Schmidt.)

der Fläche des Trichterkörpers, einer Falte, welche in der Endknotenhöhle nach Art eines Propellers ausgespannt ist und deren am tiefsten nach innen dringender Teil die Tülle bildet. Die Polspalte durchsetzt die Endknoten schraubenförmig und geht durch den äußeren Endknotencanal schraubenförmig in den äußeren Raphenspalt über. Die halbe Schraubenwindung auf der oberen Schale wird durch die entgegengesetzt gewundene der Unterschale zu einer ganzen Windung ergänzt.«

Die Raphe (Naht) wird von den beiden seitlich structurierten Seitenfeldern meist durch einen gewöhnlich schmalen, bisweilen breiten, glatten Streifen (sagittale Bänder)

getrennt. Die Structur der Seitenfelder steht bei den Formen, die eine echte Raphe haben, meist in bestimmter Beziehung zur Nahtrichtung. Die Streifung der Seiten verläuft meist senkrecht oder unter mehr minder spitzen Winkeln zur Raphe; diese giebt also für die Schalenstreifen eine Richtungslinie an, auf die sie sich beziehen, ähnlich wie die Seitenteile einer Feder zum Mittelnerv. Die Structur ist fiederig (Gruppe der *Pennatae*). Bei den *Achnantheae* findet sich nur auf der einen Schale eine echte Raphe, auf der anderen ist sie rudimentär, d. h. es ist keine eigentliche spaltartige Durchbrechung der Membran vorhanden, aber das Bild der Raphe wird durch die Schalenstructur vorgetäuscht, indem die sagittalen Bänder und die fiederige Anordnung der Structur der Seitenfelder vorhanden ist. Diese scheinbare Raphe oder Pseudoraphe findet sich auf beiden Schalen bei der großen Gruppe der *Pseudoraphideen*. Es scheinen alle Übergänge vorhanden zu sein zwischen echter Raphe bis zu vollständigem Fehlen der Raphe. Wo keine Spur einer Raphe mehr erkennbar ist, ist die Zusammengehörigkeit zum Grundtypus noch an mehr oder weniger ausgeprägten Spuren der fiederigen Structur, die bei den *Centricae* fehlt, zu erkennen.

Ist der Centralknoten zum Stauros verbreitert, so fehlt gewöhnlich auch die Schalenstructur auf einem transversalen Bande, indem die sagittalen Bänder sich transversal verbreitern (= Transversalbänder). Bisweilen sind diese Transversalbänder allein vorhanden ohne Verbreiterung des Knotens (Pseudostauros). Auch auf den Schalen der *Centricae* findet sich bisweilen ein structurloses, oder schwächer structuriertes Feld (Area).

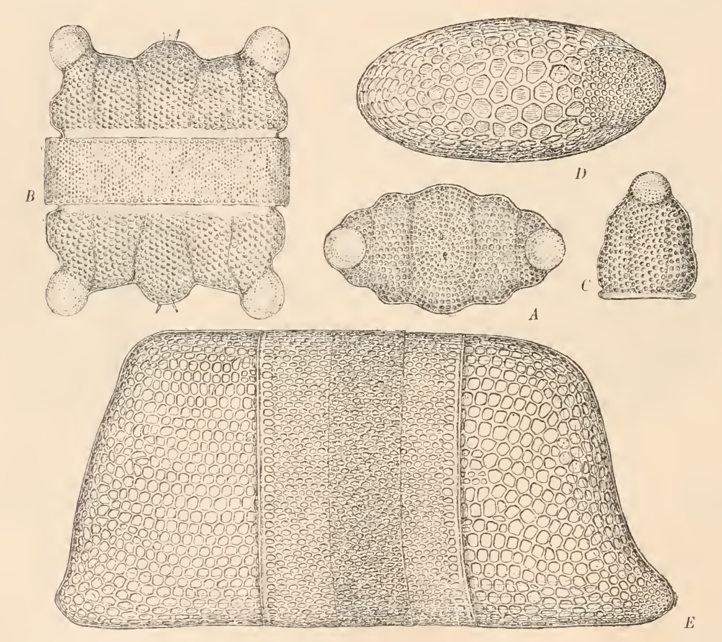


Fig. 54. Beispiele von centrisch gebauten pseudozygomorphen Zellen. *A—C Biddulphia pulchella* Gray. *A* Schalen-, *B* breite Gürtelansicht; *C* eine Schale in schmaler Gürtelansicht. — *D*, *E Isthmia enervis* Ehr. *D* Schalen-, *E* breite Gürtelansicht. (Nach W. Smith.)

2. **Allgemeine Morphologie.** Die Gestalt der Zelle ist sehr verschieden, cylindrisch, flach münzenartig oder langgestreckt stabartig, häufig geht der kreisförmige Cylinder-

querschnitt in eine Ellipse über oder die Ellipse kann bis zur Stabform gestreckt werden, oder kann auch Abweichung von der regelmäßigen Form zeigen, deren häufigste der schiffförmige Querschnitt ist. Trotz der Mannigfaltigkeit der Gestalt lassen sich alle Formen leicht auf einen Grundtypus zurückführen, der in der vergleichenden Morphologie des Pflanzenreichs für die meisten Körper der Grundtypus für Zellen und Stämme ist: der Cylinder. Es empfiehlt sich, dies bei den Bezeichnungen zu berücksichtigen und — um den schon allzugroßen Reichtum von Namen nicht unnötig zu vermehren — die in der botanischen Morphologie schon gebräuchlichen Bezeichnungen auf die Terminologie der Diatomeen möglichst zu übertragen. Um eine streng morphologisch vergleichbare Terminologie zu ermöglichen, ist es gut, alle Zellen in bestimmter Weise nach dieser zu orientieren.

Orientierung. Die Zelle wird so gestellt, dass die kleinere Schale unten liegt (Bodenschale) (die untere Panzerhälfte = Hypotheca), die größere Schale (Deckelschale) oben liegt (obere Panzerhälfte = Epitheca). Bei elliptischem Grundtypus des Querschnittes mag die große Achse der Ellipse von vorn nach hinten gestellt werden. Die Cylinderachse ist die natürlich gegebene Hauptachse, ebenso für die Diatomeenzelle, wie für die Stämme und cylindrischen Zellen anderer Familien. Ganz allgemein nennt man das Wachstum in der Richtung des Cylinders das Längenwachstum, und die Cylinderachse die Längsachse. Bei den Diatomeen ist dies die einzige Richtung, in der die Zelle wächst, und so ist auch die Anwendung der bei anderen Familien gebräuchlichen Bezeichnung der Cylinderachse als Längsachse (Longitudinalachse) morphologisch durchaus gerechtfertigt. Sie ist die Gürtelbandachse und wird auch Centralachse genannt, weil sie die morphologischen Mittelpunkte der Schalen verbindet. — Jeder Schnitt parallel zur Längsachse des Cylinders ist ein Längsschnitt, jeder Schnitt senkrecht zur Längsachse ist ein Querschnitt. Gehen Längsschnitte durch die Längsachse, so sind sie Meridian- oder Radialschnitte. Bei rein centrischem Bau sind alle Radialschnitte gleich. Häufig (*Actinoptychus*) sind bei rein kreisförmigem Querschnitt einzelne Radien durch be-

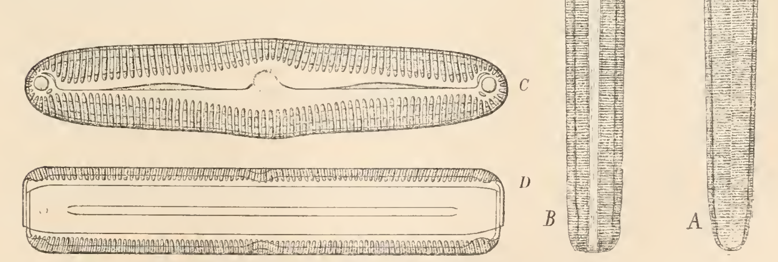


Fig. 55. Beispiele von echt zygomorphen Zellen. Schalen mit fiederiger Structur; *A*, *B* mit Mittellinie (Pseudoraphe), *C*, *D* mit echter Raphe. *A*, *B Synedra* (*Ardissonia*) *superba* (Kütz). Grun. — *C*, *D Navicula* (*Pinnularia*) *viridis* (Nitzsch) Kütz. *A*, *C* Schalenansicht, *B*, *D* Gürtelansicht. (*A*, *B* nach W. Smith; *C*, *D* nach Pfitzer.)

sondere Schaleneigentümlichkeiten, z. B. Buckel, Knoten etc., besonders ausgezeichnet. Die durch sie gehenden Längsschnitte sind Hauptradialschnitte. Bei den Cylindern mit elliptischem Querschnitt oder den von ihnen sich ableitenden Formen sind 2 Hauptradialschnitte besonders ausgezeichnet, der eine wird bestimmt durch die Lage der großen, der andere durch die der kleinen Achse der Ellipse, resp. bei abgeleiteten Formen der ihnen homologen Linie. Die große Achse fällt bei raphe führenden Formen mit der »Naht« zusammen und ist die Mittellinie für die fiederige Structur ihrer Schalen. Sie ist die Sagittalachse; bei der oben gegebenen Orientierung der Zelle läuft sie von vorn nach hinten und teilt die Schale in eine rechte und linke Hälfte. Sie ist darum auch eine Mediane. Die kleine Achse der Ellipse des Querschnittes oder der von ihr abgeleiteten Figur läuft bei der obigen Orientierung von links nach rechts; sie ist die Transversalachse. Derjenige Radialschnitt, der durch die Sagittalachse geht, ist der Sagittal- oder Medianschnitt, der durch die Transversalachse gehende ist der Transversalschnitt.

Von den Querschnitten ist einer besonders ausgezeichnet, derjenige nämlich, der durch den morphologischen Mittelpunkt der Zelle geht; er ist der mittlere Querschnitt und verläuft durch die Trennungslinie der Gürtelbänder. Er ist die Teilungsebene der Zelle.

Der einfachste Formentypus, der Grundtypus des Cylinders (Fig. 53 *B, C*) mit kreisförmigem Querschnitt, wird fast vollkommen repräsentiert von *Coscinodiscus*. Auch dieser kennzeichnet sich schon als abgeleitete Form dadurch, dass die Schalen keine ebene, sondern gewölbte Flächen bilden. Die Wölbung geht bis zur Kugelgestalt der Zelle bei *Melosira nummuloides*. Bei *Rhizosolenia* zieht sie sich in ein Horn aus, ohne dass durch diese Abweichungen die oben besprochenen, allgemeinen morphologischen Verhältnisse geändert würden.

Abweichungen vom primären Typus, die mit Änderung des Querschnittes und Verringerung der Zahl der Hauptradialschnitte verbunden sind (Fig. 53—55):

Bei dem reinen Kreiscylindertypus von *Coscinodiscus* sind alle Radialschnitte auch Hauptradialschnitte. Die Zahl der Hauptradialschnitte ist $= \infty$. — Bei *Actinoptychus* ist die Zahl der Hauptradialschnitte bisweilen groß, aber doch beschränkt. Bei *Triceratium* sinkt diese in der Regel auf 3, bei *Chaetoceras* auf 2, bei *Isthmia* auf 1 herab. Sehr häufig geht die Beschränkung der Hauptradialschnitte auf eine geringe Zahl mit einer Veränderung des Querschnittes Hand in Hand. Der reine Kreis wird zum Viereck mit so viel meist abgestumpften Ecken, als gleichwertige Hauptradien vorhanden sind. Innerhalb der Gattung *Triceratium* finden wir Arten mit z. B. 15-, 10-, 5-, 4-, 3eckigem Querschnitt. *Triceratium* ist kaum zu trennen von *Biddulphia*, das nur noch 2 Ecken hat. Der annähernd elliptische Querschnitt von *Biddulphia* ist als ein abgestumpftes Zweieck aufzufassen, d. h. nicht auf bilateral symmetrischem Bau, sondern auf radiär polygonalem Grundtypus, dessen Endglied der Kreis ist. Im Einklang damit steht, dass die Schalen weder eine Raphe, noch eine Pseudoraphe, noch die auf die Medianlinie sich richtende, fiederige Anordnung der Structur zeigen. Das Gleiche gilt von *Chaetoceras*. Bei *Biddulphia* sind 2 Hauptradialschnitte vorhanden, die durch die Ecken gehen; sie divergieren um 180°, fallen also beide in einen Medianschnitt zusammen, der im Einklang mit den Verhältnissen der Raphideen als Sagittalschnitt bezeichnet werden mag, obwohl keine Fiederstructur vorhanden ist. Die Radialschnitte senkrecht zu diesen Medianschnitten können auch als Transversalschnitte bezeichnet werden. Bei *Euodia* schneiden sich die beiden durch die Ecken gehenden Radialschnitte unter stumpfem Winkel in der Centralachse. Bei *Isthmia* ist nur ein polarer Hauptradialschnitt vorhanden; der fast elliptische Querschnitt dürfte hier eigentlich eiförmig und theoretisch als ein abgestumpftes Eineck aufzufassen sein. Diese Schalen mit bilateralem Umriss ohne bilaterale Structur sind pseudozygomorph. Die typisch bilateralen, d. h. echt zygomorphen Formen (Fig. 55) beziehen sich alle als Ableitungen auf eine cylindrische Grundform mit elliptischem Querschnitt. Die Abweichungen dieses Querschnittes von der elliptischen Grundform gehen viel weiter als bei den pseudozygomorphen.

Der krystallähnlich regelmäßige Bau der Diatomeenzelle bedingt eigenartige Symmetrieverhältnisse, die systematisch sehr wichtig sind, wenn sie auch nicht gerade zur

Grundlage des Systems gemacht werden können. Die wichtigste Symmetrieebene ist der mittlere Querschnitt. Von den Längsschnitten sind die Hauptradialschnitte Symmetrieebenen. Manche Formen haben unendlich viele Symmetrieebenen. Wo die Zahl der Hauptradialschnitte beschränkt ist, ist auch die Zahl der Symmetrieebenen beschränkt. Bei den bilateralen Formen sind Sagittalschnitt und Transversalschnitt Symmetrieebenen.

Die Symmetrie ist in dem Grundtypus der Diatomeenzelle sehr stark ausgesprochen und zeigt sich nach verschiedenen Richtungen, aber sie ist niemals vollkommen, so dass, wenn wir nur mathematisch genaue Spiegelbilder symmetrisch nennen wollten, alle Zellen asymmetrisch wären. Die Beziehungen zu einer symmetrischen Grundform fallen aber überall so in die Augen, dass man den Begriff Symmetrie für diese Gruppe weiter fassen und alle Formen symmetrisch nennen muss, die man auf eine symmetrische Grundform beziehen kann, von der sie sich durch mehr minder einfache geometrische Operationen ableiten lassen. Die abgeleiteten Formen sind als symmetrisch zu bezeichnen und die Art der Ableitung durch einen Zusatz zu kennzeichnen.

Abgeleitete Symmetrie. Der mittlere Querschnitt ist Grundsymmetrieebene. Die beiden Hälften sind aber nie rein spiegelsymmetrisch, weil der Schachtelbau der Zelle bedingt, dass eine Schale kleiner ist als die andere. Die beiden Schalen geben also, auf die Spiegelebene projiciert, nicht congruente, sondern ähnliche Bilder. Dieser Specialfall der Symmetrie wiederholt sich bei jedem Individuum sämtlicher Species, man kann darum zweckmäßig von einer besonderen Bezeichnung im Einzelfall absehen und kurzweg »Symmetrie« sagen. Soll der Specialfall besonders benannt werden, so kann er als Ähnlichkeits- oder Similisymmetrie bezeichnet werden. O. Müller nennt es Consimilität. Sind beide Schalen so gegeneinander gedreht, dass die gleichwertigen Radien nicht mehr die gleiche Richtung haben (*Asterolampra*, *Rhizosolenia*, *Chaetoceras* etc.), so entsteht ein neuer Fall von Symmetrie, die »Torsionssymmetrie«, d. h. sie sind zum mittleren Querschnitt nicht direct symmetrisch, da die Projectionen ihrer Schalen auf die Spiegelebene sich nicht decken, aber durch eine gedachte Drehung um einen bestimmten Winkel, den Torsionswinkel, zur Deckung gebracht werden können. Von der Zelle sagt man in diesem Falle, sie sei tordiert um die Längsachse. Torsionssymmetrie ist stets mit Similisymmetrie verbunden. Ein Endfall der Torsionssymmetrie ist die besonders häufige Diagonalsymmetrie, die entsteht, wenn der Torsionswinkel 180° beträgt; in diesem

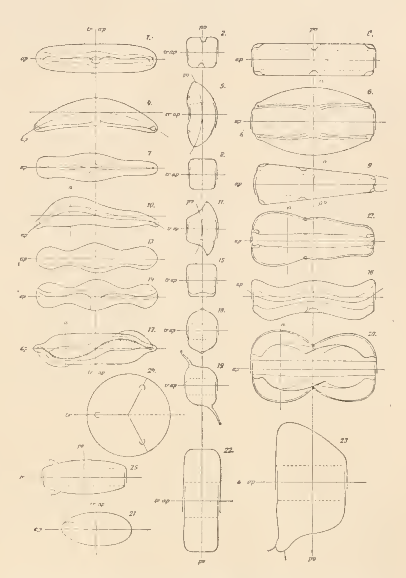


Fig. 56. Achsen- und Hauptschnitte verschiedener Typen. Erste Verticalreihe (mit Ausnahme von Nr. 25): Querschnitte bezw. Schalenansichten. Zweite Verticalreihe: transversale Längsschnitte entsprechend der schmalen Gürtelansicht. Dritte Verticalreihe: sagittale Längsschnitte mit Andeutung der breiten Gürtelansicht. Nr. 25 radialer Längsschnitt durch eine centrische, kurz cylindrische Form. *pv* Achse des Cylinders (Längsachse, Centralachse, Gürtelachse); *ap* Sagittalachse, *trap* Transversalachse. Nr. *1—3 Navicula viridis*, *4—6 Amphora ovalis*, *7—9 Gomphonema elegans*, *10—12 Rhopalodia vermiculata*, *13—16 Achnanthes inflata*, *13* obere Schale ohne, *14* untere Schale mit Raphe. *17—20 Amphiprora alata*, *18* Transversalschnitt durch die Mitte, *19* entsprechender Schnitt durch die Region *a* von Nr. *17*; *21—23 Isthmia enervis*, *24—25 Eupodiscus Argus*. (Alles nach O. Müller.)

Falle stehen im sagittalen Längsschnitt die homologen Ecken der Schalen sich diagonal gegenüber.

Von den Längsschnitten sind die Hauptmedianschnitte auch Symmetrieebenen. Formen vom *Coscinodiscus*typus haben demnach unendlich viele Symmetrieebenen, die vom *Actinoptychus*typus haben viele, aber dennoch eine beschränkte Zahl von Symmetrieebenen. Bei bilateralen Formen sind der Sagittalschnitt und der Transversalschnitt Symmetrieebenen.

Abgeleitete Formen sind so sehr die Regel, dass ganz ideal symmetrische Körper kaum vorkommen; die Abweichungen von der Grundform sind hier aber weniger einfach geometrisch abzuleiten als bei der Symmetrie zum Querschnitt. So ist z. B. in Fig. 56, 1 und 14 rechte und linke Hälfte zum Transversalschnitt rein symmetrisch. Der Sagittalschnitt ist unzweifelhaft eine Symmetrieebene, aber die Raphe zeigt Abweichungen von der einfachen Symmetrie. Die beiden Schalenhälften sind ungleich, die Ungleichheit ist unregelmäßig, aber nicht regellos, man kann sie als verzerrt-symmetrisch bezeichnen. Ähnliche Verzerrungen und Ungleichheiten zwischen Bild und Spiegelbild entstehen, wenn die Spiegelfläche gebogen ist. Ein besonderer Fall der Verzerrung ist die Verjüngung. Bei *Gomphonema* (Fig. 56) ist die Schale zum Transversalschnitt symmetrisch angelegt, aber die eine Hälfte ist in mehr oder weniger unregelmäßiger Weise verjüngt.

Die Verzerrung der Symmetrie ist geometrisch zurückzuführen auf Biegung der Achsen. Bei *Pleurosigma* ist die Sagittalachse S-förmig gebogen, bei *Amphora* (Fig. 56, 4—6) ist die Sagittalachse und die Centralachse C-förmig gebogen, bei *Rhopalodia* sind alle drei Achsen gebogen, die Symmetrie zu allen drei Ebenen verzerrt. — Auf Verzerrung durch knieförmige Krümmung des Querschnittes sind die eigentümlichen Verhältnisse bei *Achnanthes* zurückzuführen.

Locale Störungen der Symmetrie sind für manche Species charakteristisch, z. B. haben die zum Sagittalschnitt symmetrischen Schalen von manchen *Gomphonemen* neben dem Centralknoten einseitig einzelne große Perlen, die die Schalen in strengem Sinne unsymmetrisch machen. — Individuelle locale Störungen der Symmetrie finden sich bei jedem Individuum als geringe Abweichungen in der Structur der beiden symmetrischen Hälften.

Das Achsenverhältnis, d. h. das Verhältnis der Ausdehnung der Zelle in der Richtung der verschiedenen Achsen ist innerhalb jeder Species nur geringen Schwankungen unterworfen. Durchmesser der Zelle in der Richtung der Längs- oder Centralachse ist bei oben gegebener Orientierung der Zellen die Länge oder Höhe (c), in der Transversalachse die Breite (t), in der Sagittalachse die Tiefe (s). Die Länge oder Höhe schwankt beim Individuum je nach dessen Entwickelungszustand. Kurz nach der Teilung ist die Höhe etwa halb so groß als kurz vor der Teilung. Bei Bestimmung des Achsenverhältnisses ist der gleiche Entwickelungszustand zu Grunde zu legen; am besten dürfte sich das kürzeste Maß eignen. Absolutes Maß von Breite und Tiefe schwankt nicht beim Individuum, aber bei der Species je nach der Anzahl der Generationen, die von der Auxospore an durchlaufen sind. Das Verhältnis von $s : t$ ist für die Species ziemlich constant, ebenso unter obiger Voraussetzung $c : s : t$. Bei der Gattung schwankt das Achsenverhältnis $c : s : t$ innerhalb leidlich enger Grenzen, bei nahe verwandten Gattungen ist der Unterschied etwas größer; bei weit entfernten Gattungen ist das Achsenverhältnis oft sehr verschieden, z. B. bei *Rhizosolenia alata* $s : c : t = 2 : 207 : 2$, bei *Synedra longissima* $s : c : t = 200 : 4 : 3$.

Auswüchse (Fig. 57). Während die *Pennatae* keine oder nur unbedeutende Auswüchse zeigen, sind diese bei den *Centricae* sehr häufig. Als Hauptformen von Auswüchsen sind zu merken: Ausbuchtungen des Körpers, in die hinein der Plasmaschlauch sich fortsetzt: Hügel (*Aulacodiscus*, *Actinoptychus*), Buckel (*Biddulphia*, *Triceratium*), Hörnchen (*Hemiaulus*), Hörner (*Chaetoceras*). Als locale starke Membranwucherungen, in die sich Protoplasmaschlauch und Saftraum nicht fortsetzen, sind aufzufassen:

Stacheln (*Stephanodiscus*) und Dornen (*Rhizosolenia setigera*), Klauen (*Hemiaulus*). Besonders eigenartige Bildungen, deren Bau nur mangelhaft bekannt, sind Zitzen (*Aulacodiscus*), ferner Flügelleisten (*Surirella*), extracelluläre Kämmerchen (*Planktoniella*).

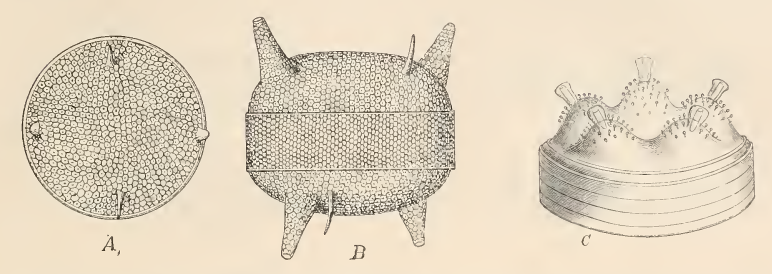


Fig. 57. Auswüchse der Schale. *A, B* Buckel-Hörnchen und Dorn auf der Schale von *Biddulphia* (*Crataulus*) *Smithii* (Rop.) Van Heurck. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (600/1). — *C* Zitzen auf dem Gipfel der Buckelhügel einer Schale von *Aulacodiscus Petersii* Ehrenb. (var. *notabilis* Rattr.) (*A, B* nach Van Heurck; *C* nach A. Schmidt.)

3. **Der Protoplasmakörper** ist meist ein sehr dünner, der Membran anliegender Schlauch, der einen großen centralen Saftraum umschließt. Der Kern ist meist in eine dichtere Plasmaansammlung eingehüllt (Kernmantel) und an einer für die Species typischen Stelle der Zelle gelagert, z. B. mitten in der Zelle; an einer Schale (*Chaetoceras*, der älteren oder der jüngeren), einem Gürtelband angeschmiegt (*Rhizosolenia*) etc. Liegt er in der Zellmitte, so bildet der Kernmantel bei schmalen Zellen (*Navicula*) meist einen compacten Plasmabalken, der den centralen Saftraum in 2 seitliche Vacuolen trennt. Seltener ist der Kern an einfachen, oder baumartig verzweigten, durch den Saftraum ausgespannten Plasmasträngen aufgehängt (*Coscinodiscus*).

Die Chromatophoren (Fig. 58) sind grünlichgelb bis braungelb, ihr Farbstoff, Diatomin, eine gelbe Chlorophyllmodification, mit Phäophyllin nahe verwandt, ist noch ungenügend bekannt. Beim Absterben der Zelle schlägt die Farbe der Chromatophoren von gelb in gelbgrün um.

In jeder Zelle findet sich eine oft große Anzahl kleiner, dünner, rundlicher Plättchen, oder eine, oder wenige größere dünne, einfache oder buchtige, oder vielfach gelappte und zerklüftete Platten. Die Chromatophoren mancher Arten besitzen eine oder mehrere Pyrenoide mit oder ohne Amylumherde. Form und Lagerung der Chromatophoren ist für die Species typisch. Meist liegen sie im Plasmawandbeleg, mit der Fläche der Wand parallel, seltener in Plasmasträngen oder im Kernmantel gedrängt im Innern. Wie alle Chromatophoren vermehren sie sich durch Teilung. Die Teilung steht meist in Beziehung zur Zellteilung, geht derselben voran oder folgt ihr. Die kleineren rundlichen Platten vergrößern sich, schnüren sich bisquitförmig ein. Die Einschnürung dringt soweit vor, bis 2 kleinere, kreisförmige Platten entstanden sind. Die großen Platten teilen sich durch einen Spalt, der senkrecht zur Fläche des Chromatophors vordringt (*Navicula*). Bei einzelnen (*Surirella*) ist Teilung parallel zur Fläche beobachtet. Vor der Teilung wandern die Chromatophoren mancher Arten von ihrem gewohnten Platz auf einen andern genau bestimmten Platz, den sie nach der Teilung wieder verlassen.

Der Protoplasmakörper ist bisher nur von verhältnismäßig sehr wenigen Species bekannt.

Bewegung. Die raphebführenden Formen besitzen active Beweglichkeit. Sie gleiten dann in der Richtung der Raphe auf dem Substrat hin. Die Bewegung ist nicht stetig, bald gleichmäßig, bald ruckweise schneller und bald stillstehend und in die entgegengesetzte Richtung umschlagend. Bei *Bacillaria paradoxa* besitzen die ganzen Ketten

Eigenbewegung, die Glieder der Kette bilden gegenseitig das Substrat für einander, indem jede Zelle auf der Schale der Nachbarzelle hin- und hergleitet. Die Kette schreitet als Ganzes fort, da sich in der Thätigkeit der verschiedenen Zellen ein Zusammenhang offenbart, indem alle, oder doch die benachbarten Zellen sich in gleicher Richtung bewegen und die von einer Zelle eingeleitete Umkehrung der Richtung sich bald auf alle

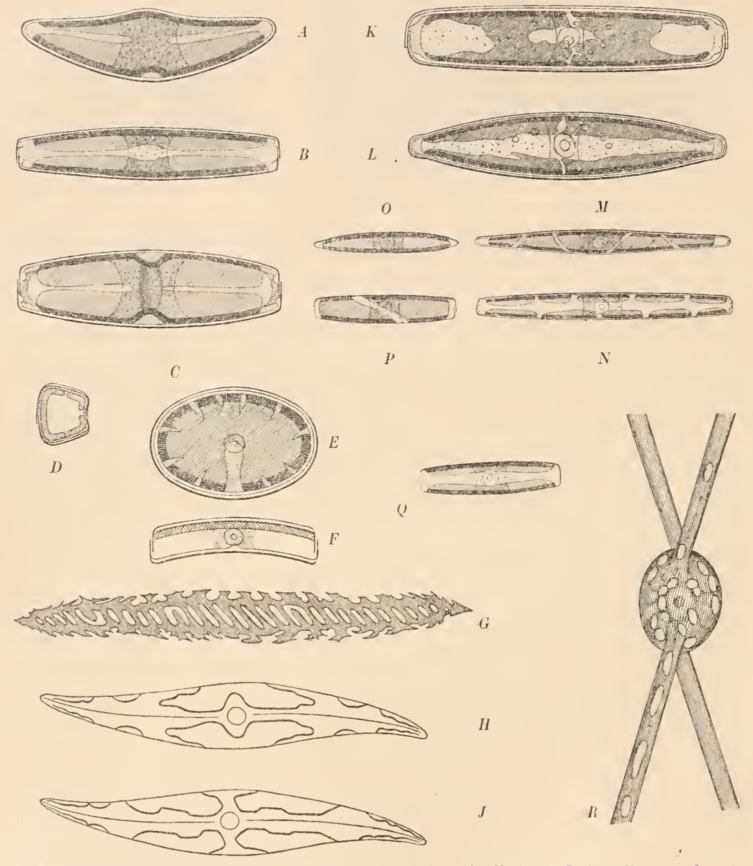


Fig. 58. Chromatophoren, in *R* hell punktiert, sonst dunkel schraffiert. *A—D Cymbella gastroides minor* Kütz. Eine Platte, der Mitte der convexen Gürtelseite anliegend und nach der anderen Seite herumgeschlagen. Der lange Spalt bereitet die Teilung der Platte vor. *A* Schalenansicht; *B* schmale, *C* breite Gürtelansicht (400/1); *D* Transversalschnitt. — *E*, *F Cocconeis Pediculus* Ehrenb. Eine Platte der convexen Schale anliegend. *E* Schalenansicht; *F* Gürtelansicht (Längsschnitt) (650/1). — *G—J Pleurosigma balticum* (Ehrenb.) W. Sm. *G* stark gelappte und durchbrochene Platte; *H*, *J* kreuzförmige gelappte Platte einer Schale anliegend, die Lappen nach der anderen Schale herumschlagend; *H* obere Schalenansicht mit den Lappenenden; *J* untere Schalenansicht mit dem Mittelteil der Platte. — *K*, *L Navicula amphirhynchus* Ehrenb. 2 Platten den beiden breiten Gürtelbandseiten anliegend und die Ränder nach den Schalen herumschlagend; in Teilung begriffen. *K* Gürtel-, *L* Schalenansicht (750/1). — *M*, *N Synedra gracilis* Kütz. Mehrere große Platten. *M* Schalen-, *N* Gürtelansicht (500/1). — *O—Q S. fasciculata* Kütz. Zwei den Schalen anliegende Platten. *O* Schalen-, *P* Gürtelansicht; *Q* Platten in Wanderung begriffen von den Schalen auf die Gürtelbänder. Gürtelansicht. Vorbereitung zur Teilung. — *R Chaetoceras boreale* Bail. Zahlreiche kleine Plättchen in der Zelle, gehen auch in die Hörner hinein. Fragment einer Zelle in Schalenansicht. (*A—F*, *K—Q* nach Pfitzer; *G—J* nach O. Müller; *R* nach Schütt.)

anderen fortpflanzt. Die Ursache der Bewegung ist voraussichtlich im Protoplasma zu suchen, das durch die Raphe mit dem umgebenden Wasser in Verbindung ist. Über den Mechanismus dieser Bewegung ist man sich noch nicht einig. Nach der von Max Schulze herrührenden älteren Ansicht wirkt aus dem Nahtspalt hervortretendes Plasma direct als Fuß, mit dem die Zelle kriecht. Nach Bütschli soll die Zelle durch aus der Raphe hervortretende Gallertfäden fortgeschoben werden. Nach der von Otto Müller neuerdings geäußerten Ansicht strömt das Plasma in dem inneren Spalt der Raphe vom Centrum zu den Endknoten und strömt in dem äußeren Spalt zurück. Beim Hervortreten an der schraubenförmig gewundenen Endknotenspalte soll es nach Art einer Schiffsschraube einen Strudel in dem Wasser erzeugen. Durch den Rückstoß soll die Zelle fort getrieben werden.

Fortpflanzung. Zellteilung. (Fig. 59.) Die Vermehrung der Zelle geschieht durch Querteilung. Die Zelle teilt sich, wenn sie durch Ausbildung und Wachstum der Zwischenbänder und Gürtelbänder und durch Auseinanderschieben der Gürtelbänder bis auf eine

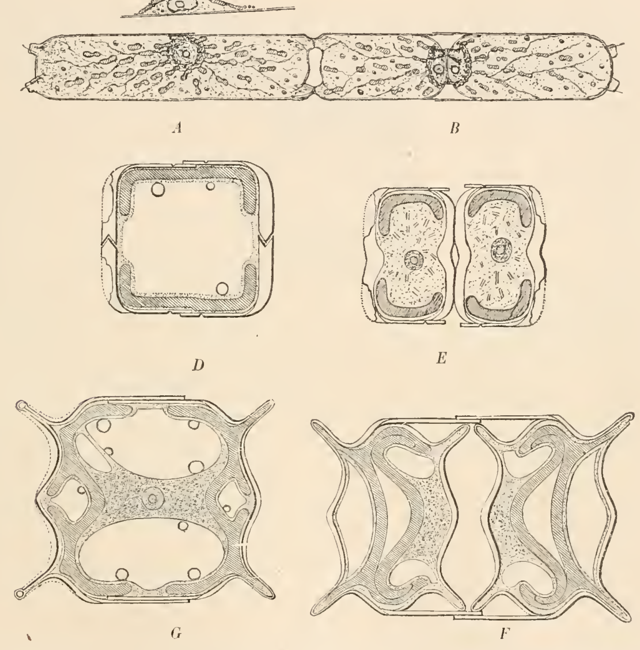


Fig. 59. Zellteilung. *A—C Cerataulina Bergonii* Perag. — *D, E Pinnularia viridis* (Ehrenb.) Kütz. — *F, G Surirella calcarata* Pfitz. *A* Zelle mit zahlreichen kleinen Chromatophoren (coccochromatisch); *D—G* Zellen mit 2 plattenförmigen Chromatophoren; *D, E* Teilung des Chromatophors senkrecht, *F, G* parallel zur Fläche; *A, B, D, F* Zelle vor der Teilung; *C, E, G* nach der Teilung. (*A—C* Original; *D—G* nach Pfitzer.)

schmale Berührungsfläche ihre größte Länge erreicht hat. Der Kern teilt sich, die Chromatophoren teilen sich vor oder nach der Plasmateilung. Dann bildet das Cytoplasma vom Rand her in der Ebene des mittleren Querschnittes eine Einschnürung, die allseitig bis zur Mitte vordringt und damit die lebende Zelle in 2 Zellen scheidet. Die beiden Plasmamassen ziehen sich etwas von einander zurück und scheiden noch innerhalb der

alten Gürtelbänder an ihrem nackten Rande 2 neue Schalen aus, dann erst löst sich der Zusammenhang der beiden alten Gürtelbänder. In diesem Zustande ist die Zelle am kürzesten, sie wächst in die Länge durch Ausscheidung eines neuen, noch im alten steckenden Gürtelbandes, neuer Zwischenbänder und durch Auseinanderschieben der Gürtelbänder.

Wachstum. Die bei der Zellteilung innerhalb des alten Gürtelbandes entstehende neue Schale ist in den ersten Entwickelungsstadien noch gewisser Formveränderungen fähig, namentlich des Dickenwachstums. Sie wird ausgeschieden als dünne Membran, auf der nachher durch centrifugales Dickenwachstum die Leistensysteme entstehen, welche die äußere Structur bilden. Während dieses Dickenwachstums lagert die Membran so viel Kieselsäure ein, dass sie zu der Zeit, wo sie aus dem umschließenden Gürtelband herausgeschoben wird, schon eine starre unveränderliche Panzerplatte ist, die dann keines Flächenwachstums mehr fähig ist. Dasselbe ist mit dem nach der Teilung neu ausgeschiedenen Gürtelband und den Zwischenbändern der Fall. Infolgedessen kann die Zelle ihren Durchmesser nicht vergrößern. Durch Ausscheidung neuer Zwischenbänder und durch Verlängerung des Gürtelbandes ist aber die Zelle in der Richtung der Cylinderachse (Centralachse der Zelle) wachstumsfähig. Bezeichnen wir diese Richtung als Länge (cf. S. 46), so haben die Zellen der *B.* wohl ein Längenwachstum, aber kein Dickenwachstum (Fig. 60).

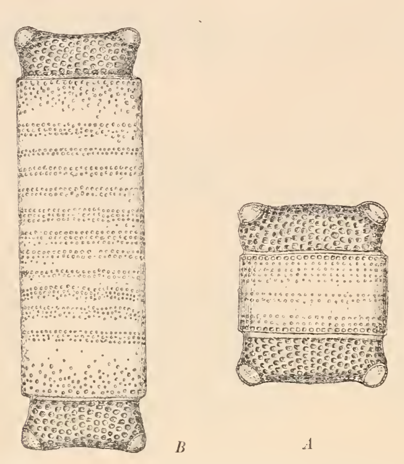


Fig. 60. Beispiel von Längenwachstum. *Triceratium (Amphitetras) antediluvianum* Ehrenb. *A* eine Zelle vor, *B* eine andere Zelle nach ausgedehntem Längenwachstum in Gürtelansicht (400/1). (Nach W. Smith.)

Verjüngung. Pfitzer, der die eigenartigen Verhältnisse des Schachtelbaues und der Zellteilung erkannte, schloss daraus auf die Notwendigkeit des Vorkommens eines eigenartigen periodischen Verjüngungsprocesses, den er Auxosporenbildung nannte.

Bei der Zellteilung hatten die beiden zur Mutterzelle gehörigen Schalen ungleichen Querschnitt; die zum inneren Gürtelband gehörige war mindestens um die doppelte Dicke des Gürtelbandes kleiner als die andere. Die beiden Tochterzellen haben je eine der beiden alten Schalen; die beiden neuen Schalen waren aber innerhalb der alten Gürtelbänder gebildet: sie sind also noch kleiner. Die innerhalb des äußeren Gürtelbandes gebildete ist gleich der kleineren alten Schale; die innerhalb des inneren Gürtelbandes gebildete ist kleiner als die kleinere Mutterschale und zwar um die doppelte Gürtelbanddicke. Bei jeder Teilung wird eine gleich große und eine kleinere Zelle erzeugt, die kleinere erzeugt eine noch kleinere und so fort. Der Schalendurchmesser der Nachkommenschaft einer Zelle mit dem Durchmesser a und der Gürtelbanddicke 1 ist nach viermaliger Teilung bei einer Zelle $= a$, bei 4 Zellen $= a - 2$, bei 6 Zellen $= a - 4$, bei 4 Zellen $= a - 6$ und bei einer Zelle $= a - 8$. Das Verhältnis wird bei fortgesetzter Teilung noch ungünstiger. Das Geschlecht wird immer zwergenhafter. Dies geht nur bis zu einem Minimalmaß; wenn dies erreicht ist (ca. meist $\frac{a}{3}$), so tritt statt der Zellteilung ein Verjüngungsprocess, die Auxosporenbildung, ein, dessen Aufgabe

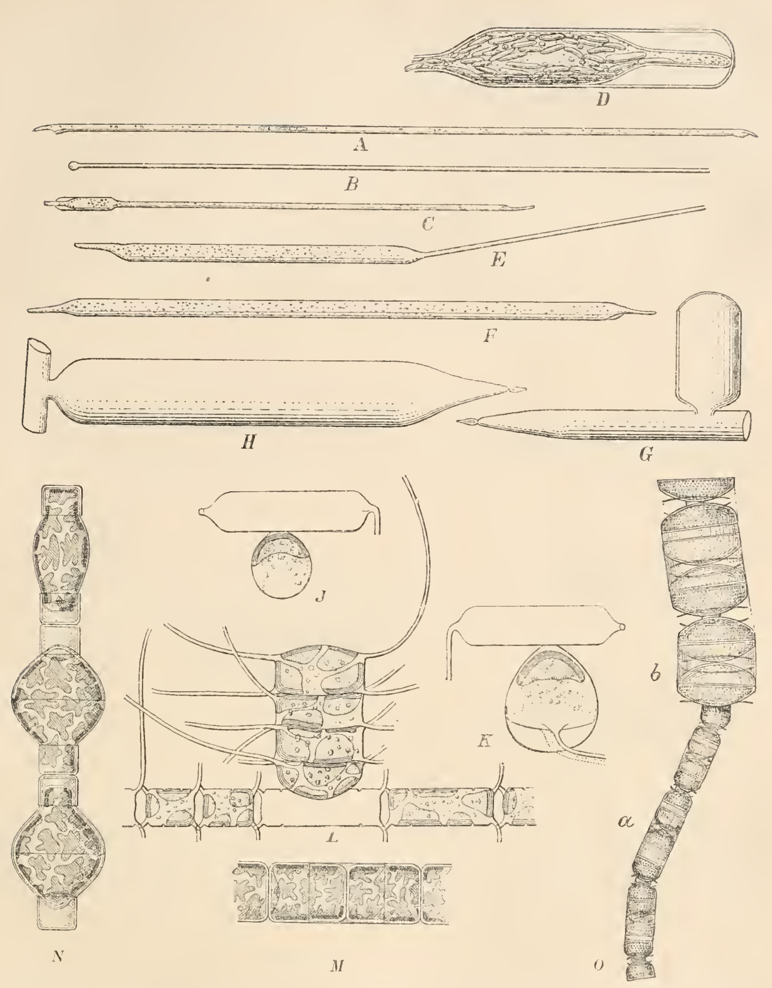


Fig. 61. Auxosporenbildung nach dem rein ungeschlechtlichen Typus. *A—F* Blaseuauxospore am Ende der Zelle. Achse der der Mutterzelle parallel. *A—F Rhizosolenia alata* Bright. *A* Zelle vegetativ, noch Generationen vor Beginn der Auxosporenbildung; *B* Zellfragment bei beginnender Auxosporenbildung (Kieselbläschen am offenen Ende); *C* Bildung der primären Schale innerhalb der Kieselscheide; *D* Auxosporenteil für sich mit stabartigen Chromatophorenplättchen; *E* Verlängerung der primären Zelle nach Abstoßung der Perizoniumkappe noch in Verbindung mit der Mutterzelle; *F* eine der beiden durch Teilung entstandeneu Erstlingszellen mit einer primären, in der Spore entstandenen, und einer secundären, durch Teilung gebildeten Schale. — *G—L* Blasenauxospore seitlich an der Zelle entstehend. Auxosporenachse senkrecht zur Mutterzellachse. *G*, *H Rhizosolenia Bergonii* Peragallo. *G* Zellfragment mit Spore, deren Ende abgerundet, durch Kieselscheide geschlossen; *H* Zellfragment mit wachsender Primärzelle, deren Ende durch primäre Schale geschlossen ist. — *J—K Chaetoceras cochlea* Schütt. *J* Zellfragment mit Auxospore. Chromatophor in der Auxospore; *K* desgl. Ausscheidung der primären Schale innerhalb der Kieselscheide. — *L Ch. medium* Schütt, Fragment einer Zellkette mit Tochterkette von 4 Zellen, ans der Auxospore entstanden. *M—O* Blasenauxospore in der Mitte der Mutterzelle. — *M*, *N Melosira varians* Ag. *M* vegetative Zelle mit zahlreichen, kleinen, lappigen Chromatophorenplättchen; *N* Zellen in verschiedenen Stadien der Sporenbildung. — *O M.* (*Gaillionella*) *nummuloides* Dillw. (Bory) (400/1), *a* Kette vor der Auxosporenbildung. *b* Fortsetzung der Kette durch Zellen, die ans einer Auxospore entstanden sind. (*A—L* nach Schütt; *M*, *N* nach Pfitzer; *O* nach W. Smith.)

es ist, eine Zelle von normaler Größe zu erzeugen, welche als Primärzelle die Anfangsgeneration einer neuen Reihe von allmählich sich verkleinernden Generationen ist.

Auxosporenbildung. Es sind 2 Grundtypen der Auxosporenbildung, eine mit und eine ohne Befruchtung, zu unterscheiden. 1. Ungeschlechtliche Auxosporenbildung ohne Befruchtung (*Melosira*, *Chaetoceras*, *Rhizosolenia*) (Fig. 61). Der Panzer öffnet sich im mittleren Querschnitt meist durch Auseinanderweichen der Gürtelbänder, das Plasma tritt ganz oder teilweise als Blase aus der alten Schale hervor und umgiebt sich mit einer feinen, kieselhaltigen, zusammenhängenden Haut (Sporenhaut, Kieselscheide oder Perizonium). Die von ihr umschlossene Zelle, die Auxospore, schwillt zum 2—3—4fachen Durchmesser der alten Schale an und scheidet dann innerhalb der Kieselscheide eine große neue Schale (erste Erstlingsschale) aus. Ihr schließen sich neue Gürtelbänder, Zwischenbänder, die zweite Erstlingsschale an, und die Erstlingszelle der neuen Generation ist fertig. Die Erstlingsschalen, die nicht durch Zellteilung, sondern durch Neubildung entstanden sind, unterscheiden sich von den secundären oder

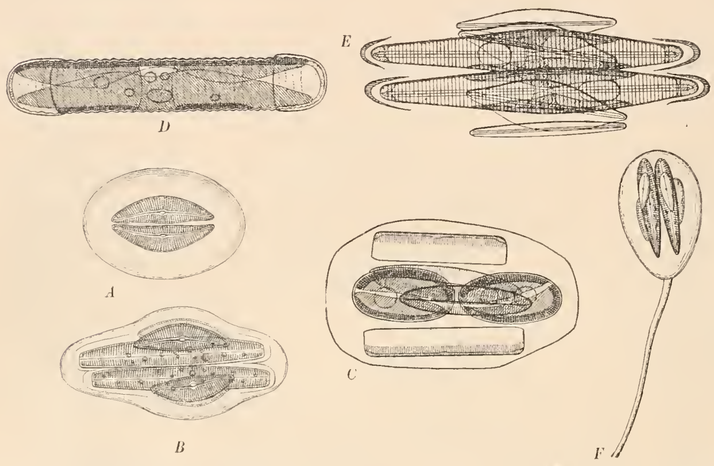


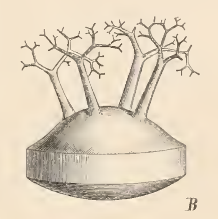
Fig. 62. Auxosporenbildung nach dem geschlechtlichen Typus. *A—F* 2 Mutterzellen erzeugen 2 Auxosporen, die neben einander lagern und ohne sichtbare Befruchtung auswachsen. *A*, *B* *Cocconema cistula* (Hemp.) Kirch. *A* 2 Mutterzellen in Gallerthülle; *B* die fertigen Erstlingszellen der neuen Generation neben den leeren Schalen der alten Generation. — *C*, *D* *Navicula firma* Kütz. *C* die Schalen sind abgeworfen und die Plasmakörper ausgetreten; *D* Auxosporen im Perizonium vor Ausscheidung neuer Schalen (650/1). — *E* *Van Heurckia* (*Frustulia*) *rhomboides* Ehrenb. (De Toni), die beiden zusammengehörigen Auxosporen im Perizonium nach Ausscheidung der primären Schalen. Daneben die alten abgeworfenen Schalen. — *F* *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz., Auxosporenbildung auf Gallertstiel. (*A*, *B*, *F* nach W. Smith; *C—E* nach Pfitzer.)

durch Teilung hervorgegangenen Schalen in verschiedener Weise. Die Kieselscheide wird gesprengt, und die Zelle kann wachsen und sich teilen. Die Hauptachse der neuen Generation ist parallel oder senkrecht zur Hauptachse der alten Zelle; dies ist wichtig für die Species, schwankt aber schon bei verschiedenen Species einer Gattung.

2. Geschlechtliche Verjüngung. (Fig. 62.) Hier finden sich verschiedene Typen zweifelhafter bis unzweifelhafter Befruchtung. Allen gemeinsam ist, dass 2 Zellen zum Verjüngungsprocess zusammentreten. 1) Typus *Cocconema cistula*. 2 Zellindividuen legen sich parallel neben einander, scheiden Gallerte aus, die beide gemeinsam umschließt, und werfen die kleinen Schalen ab. Die nackten Zellen liegen neben einander, ohne sich direct zu berühren, strecken sich, wachsen, umgeben von einer zusammenhängenden Kieselscheide als Perizonium, bis etwa zum dreifachen Schalendurchmesser

der alten Zelle heran und scheiden eine neue große Schale aus, der das Gürtelband und ihm gegenüber das zweite Gürtelband mit Schale folgt. Die Scheide wird gesprengt und die Erstlingszelle vegetiert, wächst zur Maximallänge und erzeugt dann neue Zellen durch Teilung. 2) Bei *Frustulia* nähern sich die nackten Auxosporen im Gallertbett bis zur Berührung, bevor sie zur Erstlingszelle anwachsen; 3) bei *Himantidium* und *Surirella* ist die Befruchtung unzweifelhaft, da die nackten Zellen mit einander zu einer einzigen Auxospore verschmelzen. 4) Bei *Epithemia zebra* findet Kreuzbefruchtung statt. Es verschmelzen die beiden nackten Zellen in der Gallerthülle nicht direct, aber jede Zelle teilt sich in 2 Hälften. Von den 4 Plasmagruppen vereinigen sich immer 2 und 2 einander gegenüberliegende, verschiedenen Zellen angehörende, so dass aus der Copulation 2 Auxosporen hervorgehen, die auch 2 Erstlingszellen ausbilden. Der letzte Typus bedarf noch der Bestätigung.

Ruhesporen sind bisher nur bei wenigen Arten bekannt. *Chaetoceras* hat eine Zeit lebhafter Vegetationsthätigkeit und eine Ruhezeit. Sie erscheint zu gewissen Jahreszeiten in großer Menge an der Meeresoberfläche und vermehrt sich dort zu ungeheuren Mengen. Gegen Ende dieser Wucherungsperiode wird der Plasmakörper auf etwa $^1/_3$ seines Volumens condensiert, er zieht sich dabei von den Schalen zurück, so dass er nur noch die Gürtelbänder berührt, und dann scheidet er innerhalb des alten dünnen Panzers nacheinander 2 ganz



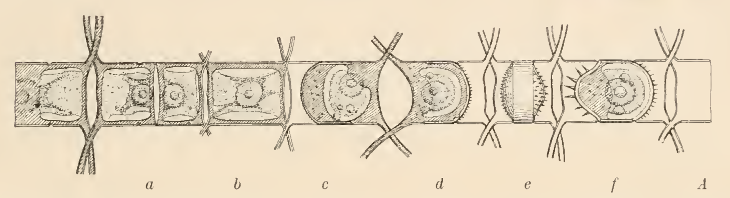


Fig. 63. Ruhesporenbildung. *A Chaetoceras paradoxum Schüttii* Cleve, *a* Zelle in Zellteilung, *b* nach der Zellteilung, *c*, *d* Beginn der Ruhesporenbildung, opt. Durchschnitt, *e*, *f* fertige Ruhespore, *e* Oberfläche, *f* opt. Durchschnitt (1200/1). — *B Ch. Ralfsii* Ehrenb., isolierte Ruhespore mit verzweigten Stacheln (1200/1). (Beide nach Schütt.)

anders geformte kleinere, aber viel dickere, mit Stacheln bewaffnete Schalen aus, die, mit den Rändern übereinandergreifend, die Zellen vollkommen umschließen (Fig. 63).

Einzelne Arten, wie *Rhizosolenia alata*, haben ebenfalls den Wechsel von Wucherungs- und Ruheperiode, ohne dass bisher Ruhesporen von ihnen bekannt geworden wären. *Bacteriastrum varians* bildet eine Ruhespore in jeder Zelle, *Rhizosolenia setigera* bildet 2 Ruhesporen in der Zelle aus.

Geographische Verbreitung. Nutzen. Die *B.* sind über die ganze Erde verbreitet. 2 Hauptformengruppen sind zu merken: Süßwasser- und Salzwasserflora. Die Süßwasserarten sind meist eurytherm; sie ertragen selbst die größten Temperaturunterschiede und vermögen darum in den verschiedensten Erdteilen zu leben. Manche sind kosmopolitisch. Als zweiter floristischer Gegensatz ist zu merken: Grundflora und Planktonflora. Die Grundflora besteht hauptsächlich aus raphetührenden Formen. Die Planktonflora lebt schwebend überall in den oberen Schichten (bis ca. 200 Meter Tiefe) in der See (Hochsee und Küstenstrich). Die Planktonflora der Hochsee enthält vereinzelt, die des Küstenstrichs viele aufgeschwemmte Zellen der Grundflora. Die Arten der Planktonflora sind größtenteils stenotherm. 2 Hauptflorengebiete: Warmwasser- und Kaltwassergebiet. Zeitweilig kommen einzelne Arten an einzelnen Stellen zu enormer Wucherung und färben dort durch ihre Massen das blaue Meerwasser grün bis gelb.

Die kalten Gewässer sind viel reicher an Individuen als die warmen. Wasser im Atlantik enthielt z. B. Herbst 1889 unter 1 qm Meeresoberfläche an Millionen Zellen: 1. im Warmwassergebiet (Sargassosee) 208 000, 2. im Kaltwassergebiet: Kalter Golfstrom westlich von Schottland 18, Labradorstrom 19, Irminger See (Wucherungsperiode mit Wasserfärbung) 4870.

Fossil finden sich die *B.* zum Teil sehr reichlich, zum Teil sogar fast rein in Süßwassermergeln, Kieselguhrlagern (bisweilen fast nur aus Diatomeenpanzern bestehend, zur Dynamitfabrikation ausgebeutet, auch zu schlecht wärmeleitenden Überzügen und Isolierschichten für Maschinenteile etc. benutzt), in Schiefern, im Bernstein, Guano, Tiefseeschlamm. In der Kreideformation sind sie selten. Tertiär sind z. B. Polierschiefer von Bilin in Böhmen, Habichtswald bei Kassel; diluvial z. B. Kieselguhrlager in der Lüneburger Haide, Kalklager von Dombritten. Alluvial z. B. Teil des Bodens unter Berlin und unter Königsberg in Pr.

Die *B.* nützen dem Menschen indirect dadurch, dass sie den größten Procentsatz der in der Hochsee schwebenden Pflanzen und damit die Hauptmasse der Urnahrung des Meeres ausmachen, auf die sich der Fischreichtum desselben gründet.

Verwandtschaftliche Beziehungen. Die *B.* stehen in naher Beziehung einerseits zu den *Desmidiaceae* [einzellig, einzeln oder Colonien bildend, Membran aus mehreren Stücken (Schalen) zusammengesetzt, vollständige oder gestörte Symmetrie nach der Ebene des mittleren Querschnittes, Membranverdickungen auf der Außenseite. Membran von zahlreichen feinen Poren durchsetzt, Schleimhülle, Eigenbewegung], andererseits mit den *Peridiniaceae* [Verbindendes: Einzellig, einzeln oder Ketten bildend, Membran aus nicht verwachsenen Platten zusammengesetzt. Polarer Bau. Scheidung der Platten in äquatoriale (bei *B.* Gürtelbänder, bei *Peridiniaceae* Querfurchentafeln) und polare. Verbindung der Platten durch Falze. Centrifugale Wandverdickung der Membran durch Leistensysteme (meist areolär verbunden), Durchsetzung des Panzers mit Nadelstichporen (meist im Grunde der Areolen liegend), unvollkommene Symmetrie der Zelle nach der Ebene des mittleren Querschnittes. Chromatophoren braun, rundliche Plättchen bis viellappige Platten.].

Einteilung der Familie.

Durch Pfitzer wurde für die wissenschaftliche Erkenntnis der *B.* eine Grundlage gewonnen, die die Familie scharf, natürlich und erschöpfend charakterisiert und gegen andere Familien abgrenzt. Pfitzer erkannte als Grundcharakteristikum den Schachtelbau und entwickelte daraus als Notwendigkeit das eigentümliche Verhalten der Familie bei der Zellteilung und Sporenbildung. Durch Bau und Entwickelungsgeschichte wird die Gruppe als eine eng zusammengehörige, sehr natürliche Einheit charakterisiert; die Unterschiede innerhalb der Gruppe erscheinen hiermit verglichen als untergeordnet und schlecht begrenzt, sind also weniger zu Familienunterschieden geeignet. Es ist deshalb nicht empfehlenswert, die Familie der *B.* in eine Reihe selbständiger Familien aufzulösen.

Um eine natürliche Gliederung zu geben, muss auf der von Pfitzer gegebenen Grundlage weiter gebaut werden, indem nicht nur äußere Form und Schalenzeichnung, sondern auch die innere Morphologie und die Entwickelungsgeschichte berücksichtigt werden. Pfitzer hat einen Versuch zu einem solchen natürlichen System gemacht und eine Einteilung mit folgenden Hauptgruppen gegeben:

I. *B. coccochromaticae.* Mit zahlreichen Endochromkörnern.
   A. Schalen centrisch gebaut: Eine Mutterzelle bildet ungeschlechtlich eine Auxospore.
   B. Schalen nach Umriss und Structur bilateral gebaut: Eine oder 2 Mutterzellen bilden 2 Auxosporen.

II. *B. placochromaticae.* Mit einer oder 2 großen Endochromplatten.

Diese Einteilung grenzt einige Hauptgruppen sehr natürlich ab und bildet darum die Grundlage der folgenden; aber sie setzt eine größere Chromatophorenconstanz voraus, als sich bewährt hat. Ferner steht IB den übrigen Eigenschaften nach der Gruppe IA nicht so nahe als der Gruppe II. Eine natürliche Gruppierung giebt es, wenn IA eine Unterfamilie für sich bildet und IB mit II vereint wird.

Das System von H. L. Smith verzichtet von vornherein darauf, ein natürliches zu sein, indem es sich nur an die tote Schale hält. Nach diesem System werden 3 Hauptgruppen unterschieden:

I. *Raphideae*: Schalen mit echter Raphe, wenigstens auf einer Schale.

II. *Pseudoraphideae*: Keine Schale mit echter Raphe, aber mit einem structurlosen nahtähnlichen Streifen (Pseudoraphe) wenigstens auf einer Schale.

III. *Cryptoraphideae*: Keine Schale mit Naht oder Pseudoraphe.

Gruppe III von Smith deckt sich mit IA von Pfitzer, Gruppe II und I mit IB und II von Pfitzer.

Der Hauptunterschied in der Gruppenbegrenzung gegenüber Pfitzer ist die Trennung in *Raphideae* und *Pseudoraphideae*. Durch die anatomischen Untersuchungen von Otto Müller, der neuerdings bei *Epithemieae, Nitzschieae, Surirelleae* eine Raphe nachwies, ist dieser Hauptunterschied des Systems von Smith hinfällig geworden und eine natürlichere Anordnung angebahnt. Ein wirklich natürliches System lässt sich zur Zeit noch nicht geben, wegen Mangels an den nötigen anatomischen und entwickelungsgeschichtlichen Daten. Der unten gegebene Versuch einer Einteilung nimmt zur Grundlage den Bau der Schale, diesen als Ableitung von 2 einfachen Grundtypen betrachtend.

Pfitzer's Gruppe IA bildet das Material für die *Centricae*, Pfitzer's Gruppen IB und II für die *Pennatae*.

Die Gesamtanordnung wurde so gewählt, dass mit den einfachen Formen begonnen wurde, während die höchsten und am weitesten differenzierten Formen den Schluss machen.

Unterfamilien und Sippen.

A. Schalen centrisch gebaut; Structur regellos, concentrisch oder radiär, nicht gefiedert. Ohne Raphe und ohne Pseudoraphe. Querschnitt kreisförmig, polygonal, elliptisch, selten schiffchenförmig oder unregelmäßig . . . . **A. Centricae.**

a. Zelten discusartig, flache Scheiben, kurze Büchschen, Querschnitt meist kreisförmig, meist ohne Hörner oder Buckel . . . . . . **I. Discoideae.**

α. Schale nicht durch Rippen oder Strahlen oder Rücken in Sectoren geteilt, bisweilen mit radialen Punktareolenreihen, bisweilen mit Dornen, ohne Augen und Zitzen . . . . **1. Coscinodisceae.**

I. Zellen typisch Ketten bildend, kurz büchsenförmig; Gürtelseite structuriert **a. Melosirinae.**

II. Zellen kurz oder lang büchsenförmig, durch stab-, schlauch-, cylinder-, scheibenförmige Schalenauswüchse zu Ketten vereinigt, wenig oder gar nicht structuriert . . . . **b. Sceletoneminae.**

III. Zellen einzeln, meist discusförmig, Gürtelseite nicht structuriert **c. Coscinodiscinae.**

β. Schalen radialstrahlig, durch Rippen etc. in vollkommene oder unvollkommene Sectoren geteilt, ohne Augen und Zitzen . . . . . **2. Actinodisceae.**

I. Radien nicht gespornt:

1. Schalen mit radialen Rippen, die, vom Rand ausgehend, dem Centrum zustreben, ohne Flügelleisten und Klauen . . . . **a. Stictodiscinae.**

2. Zellen durch Flügelleisten mit Kranz von extracellulären Kammern versehen **b. Planktoniellinae.**

II. Radien gespornt:

1. Schale radartig geteilt durch die abwechselnd erhabenen und vertieften Sectoren. Am Rande mit so viel Klauen als Hügelsectoren. Centralfläche nicht geteilt . . . . **c. Actinoptychinae.**

2. Schale mit Doppelteilung. Randsegmente alternierend mit keilartigen Streifen, die von der Centralfläche ausstrahlen. Centralfläche geteilt
d. **Asterolamprinae.**

γ. Schalen meist radial gewellt, oder mit einzelnen warzenähnlichen Hügeln auf der Fläche. Hügelgipfel mit Zitzen oder Augen oder Stacheln 3. **Eupodisceae.**

I. Schalen mit Zitzen oder Stacheln:

1. Schalenrand mit Hörnchen-, oder Hügel- und mit Stachelkranz
a. **Pyrgodiscinae.**

2. Schalen mit Zitzen . . . . b. **Aulacodiscinae.**

II. Schalen mit Augen:

1. Augen klar. Schalen ohne gewundene Thäler . . . c. **Eupodiscinae.**

2. Augen undeutlich. Schalen mit gewundenen Thälern d. **Tabulininae.**

b. Zellen stabartig, mehrfach länger als dick, meist von kreisförmigem Querschnitt
II. **Solenoideae.**

Schalen mit zahlreichen Zwischenbändern . . . . 4. **Solenieae.**

I. Schalen ohne Auswüchse, meist flach, bisweilen mit Stacheln oder Dornen
a. **Lauderiinae.**

II. Schale mit einem meist etwas excentrisch gestellten Buckel oder Horn, meist hoch gewölbt . . . . b. **Rhizosoleniinae.**

c. Zellen büchsenförmig, kürzer oder ein wenig länger als breit. Schalen mit meist 2, seltener mehr Polen; jeder Pol mit Ecke und Buckel oder Horn. Querschnitt meist elliptisch, seltener polygonal oder kreisförmig. Schalen oft pseudozygomorph
III. **Biddulphioideae.**

I. Hörner lang, mehrfach so lang als die Zelle, ohne Klaue. Zellen mit den Hornwurzeln zu Ketten verwachsen . . . . 5. **Chaetocereae.**

II. Hörner kurz, kürzer oder nicht viel länger als die Zelle, wenn länger, so mit Klaue am Ende . . . . 6. **Biddulphieae.**

1. Buckel und Hörner ohne Klauen.

† Schale bipolar; Panzer unvollkommen verkieselt, fast structurlos
a. **Eucampiinae.**

†† Schale tri-multipolar . . . . b. **Triceratiinae.**

††† Schale bipolar; Panzer kräftig . . . . c. **Biddulphiinae.**

†††† Schale unipolar. Schalen der Zelle verschiedenartig d. **Isthmiinae.**

2. Hörner mit Klauen an den Enden . . . . e. **Hemiaulinae.**

III. Hörner rudimentär oder fehlend. Schale mit Transversalsepten
7. **Anauleae.**

IV. Hörner rudimentär oder fehlend. Schale ohne Transversalsepten, halbmondförmig . . . . 8. **Euodieae.**

d. Schalen schiffchenförmig. Structur regellos oder radiär IV. **Rutilarioideae.**

Schale nicht halbmondförmig gebogen . . . . 9. **Rutilarieae.**

B. Schale echt zygomorph, nicht centrisch gebaut. Querschnitt meist schiffchen- oder stabförmig. Structur gefiedert. Fiedern in bestimmtem Winkel zur Raphe oder rapheähnlichen Sagittallinie . . . . **B. Pennatae.**

a. Schalen ohne Raphe, mit sagittaler Linie (Pseudoraphe), bisweilen mit Rapheanfang
V. **Fragilarioideae.**

I. Zelle nach Sagittal- und Gürtelachse mehr oder minder stark, tafelartig ausgedehnt, mit vielen Zwischenbändern, meist zu Bandketten vereint
10. **Tabillarieae.**

1. Zwischenbänder mit Quersepten. Beide Schalen gleichartig; Sagittalachse gerade . . . . a. **Tabellariinae.**

2. Schalen ungleichartig, *Achnanthes*-artig gebogen . . . b. **Entopylinae.**

II. Zelle vorwiegend nach der Sagittalachse entwickelt, meist stabartig.

1. Zelle in sagittaler Richtung nach einem Pol keilartig zugespitzt
11. **Meridioneae.**

2. Sagittalachsen nicht gegen einander geneigt, oder wenn, dann Sagitallinie einem Rande genähert . . . . 12. **Fragilarieae.**
   * Sagittallinie median.
     † Schalen mit Transversalsepten . . . . a. **Diatominae.**
     †† Schalen ohne Transversalsepten . . . . b. **Fragilariinae.**
   ** Sagittallinie einem Rande genähert, C-förmig gebogen . c. **Eunotiinae.**

b. Eine Schale mit echter Raphe, die andere mit Pseudoraphe. Zelle gekrümmt oder geknickt . . . . **VI. Achnanthoideae.**
   α. Sagittalachse geknickt oder gebogen . . . . 13. **Achnantheae.**
   β. Transversalachse geknickt oder gebogen . . . . 14. **Cocconeideae.**

c. Beide Schalen mit Raphe:
   α. Raphe in der Sagittallinie; Schale ungekielt oder Kiel in der Sagittallinie **VII. Naviculoideae.**
      I. Schale mit offenbarer Raphe, ungekielt oder, wenn gekielt, der Kiel ohne Kielpunkte . . . . 15. **Naviculeae.**
         1. Zelle nicht keilförmig . . . . a. **Naviculinae.**
         2. Zelle keilförmig zugespitzt in der Richtung der Sagittalachse. Schalenansicht keilförmig . . . . b. **Gomphoneminae.**
         3. Zelle keilförmig zugeschärft in der Richtung der Transversalachse. Schalenansicht halbmondförmig . . . . c. **Cymbellinae.**
      II. Schale scheinbar ohne Raphe. Jede Schale mit einem sagittalen Kiel. Kiel randwärts nach derselben oder entgegengesetzten Seite verschoben. Transversalschnitt rhombisch. Kiel mit Kielpunkten und Canalraphe 16. **Nitzschieae.**
   β. Raphe versteckt in seitlichen Flügelkielen . . . **VIII. Surirelloideae.**
      Chromatophorenplatten mit Flächenteilung . . . . . . 17. **Surirelleae.**

A. Centricae.

Die Schale ist nach dem centrischen Grundtypus gebaut; der Querschnitt ist im einfachsten Typus kreisförmig, eucyklisch; alle Radien sind gleich entwickelt oder einzelne sind ausgezeichnet. Der Querschnitt ist oft entsprechend der Anzahl der Hauptradien polygonal, mit vielen 5, 4, 3, 2, 1 bevorzugten Radien. In den beiden letzten hemicyklischen Fällen ist der Querschnitt elliptisch oder gestreckt und dadurch scheinbar zygomorph. Diese pseudozygomorphen Schalen offenbaren ihren der Anlage nach centrischen Grundtypus in ihrer Structur, die entweder regellos oder concentrisch über die Schalenfläche verteilt ist, oder, wenn sie Streifensysteme zeigt, diese als Radien auf einen Punkt als morphologisches Centrum hinweisen, aber nie als Seitenfiedern auf eine Mittellinie sich beziehen. Eine Raphe und eine ihr entsprechende Mittellinie (Pseudoraphe) fehlt.

Die Zellform ist der Cylinder von kreisförmigem oder polygonalem, elliptischem, seltener gestrecktem Querschnitt. Die Länge oder Höhe des Cylinders ist kleiner als der Durchmesser (Discusform), oder gleich oder größer (Büchsenform), oder viel größer (Stabform). Häufig haben die Schalen Auswüchse wie Hörner, Buckel, Stacheln.

Chromatophoren nach dem niederen Typus der *Coccochromaticae*, d. h. es finden sich zahlreiche kleine Plättchen in jeder Zelle. Dies ist — soweit bekannt — die Regel; manche Species bilden davon eine Ausnahme, da sie nur eine oder 2 große Platten in jeder Zelle haben.

Auxosporen nur von sehr wenigen Formen bekannt. Diese gehören zu dem niedrigsten, ungeschlechtlichen Typus mit einfacher blasenartiger Spore, die ohne Mitwirkung einer zweiten Zelle sich entwickelt.

Äußerliches Erkennungsmittel der *Centricae*: Den Schalen fehlt jede Andeutung einer fiederigen Structur mit Mittelnerv.

A. *A.* Eucyclicae.

Der centrische Typus im Schalenbau ist wenig oder gar nicht gestört (eucyklisch). Querschnitt meist kreisförmig oder polygonal, selten elliptisch.

Schale meist ohne größere Auswüchse (Hörner, Buckel), oder wenn mit Auswüchsen, diese dann meist radiär oder central gestellt, häufig mit Stachelkranz.

A. I. 1. Discoideae-Coscinodisceae.

Zellen kurz cylindrisch, von meist kreisförmigem Querschnitt; mit flachen Schalen (discusförmig), oder gewölbten Schalen (büchsenförmig). Schalen ohne Hörner, Buckel, Zitzen und Augen; Schalenstructur verschiedenartig, fehlend, ganz hyalin bis grob areoliert. Schalen ohne Raphe oder Pseudoraphe, ohne fiederige Structur, bisweilen in centrische Abteilungen geschieden, bisweilen mit radial-strahliger Structur, aber nicht durch innere Rippen oder durch Anschwellungen in vollkommene oder unvollkommene Sectoren geteilt. Schalen bisweilen mit Kranz von Stäbchen oder Stacheln oder durch gallertige centrale Polster zu Ketten verbunden.

Chromatophoren sind zahlreiche kleine, rundliche oder gelappte Plättchen. Kern meist dem Centrum einer Schale, seltener dem Gürtelband anliegend, von dickerem Plasmamantel umgeben. Schalencentren bisweilen mit einem einfachen, oder von einer Seite baumartig sich verzweigenden Plasmastrang verbunden.

A. I. 1a. Discoideae-Coscinodisceae-Melosirinae.

Kugelförmige oder kurz cylindrische Büchsen von kreisförmigem, selten seitlich zusammengedrücktem Querschnitt, mit ebenen oder gewölbten, meist gleichartigen Schalen, ohne Raphe und Pseudoraphe, ohne Central- und Polarknoten, oft in 2 concentrische Schichten, einen breiten centralen Nabel und einen mehr oder weniger breiten Randring gesondert; ohne Hörner, Zitzen, Klauen oder Stacheln, bisweilen mit kleinen Dornen oder Randstacheln und -zähnchen; bisweilen mit kreisförmigem Kiel und mit kleinen Wärzchen. Gürtelbandseite meist mit kräftiger Structur. Schalenmantel hoch. Zellen meist durch Gallertpolster an dem Schalencentrum zu langen Ketten verbunden. Das zweite Gürtelband wird meist erst kurz vor der Zellteilung ausgebildet.

Die Chromatophoren sind zahlreiche kleine, gelappte Plättchen, an der Zelloberfläche verteilt. Auxosporen: aus einer Mutterzelle entsteht ungeschlechtlich eine blasenförmige Auxospore. Längsachse der primären Zelle bald parallel, bald senkrecht zur Längsachse der Mutterzelle.

A. Schalendeckel punktiert:
- a. Schalendeckel ohne Warzen.
  - α. Schalendeckel und Schalenmantel gleichartig structuriert, punktiert.
    - 1. Schalenquerschnitt kreisförmig . . . . **1. Melosira.**
    - 2. Schalenquerschnitt oblong . . . . **2. Druridgia.**
  - β. Schalen ungleichartig structuriert, mit andersartigem Rand.
    - I. Schalenrand schmal ringförmig.
      - aa. Querschnitt kreisförmig:
        - 1. Schalendeckel mit gekrümmten Randrippen; Schalenmantel mit Längsrippen **3. Discosira.**
        - 2. Schalendeckel radial punktiert. Rand mit Kreiskiel; Schalenmantel grob areoliert . . . . **4. Paralia.**
        - 3. Rand mit gestreiften Bogenfächern, Schalendeckel radial punktiert **5. Centroporus.**
      - bb. Querschnitt elliptisch . . . . **6. Muelleriella.**
    - II. Schalendeckel mit punktiertem Nabel und sehr breitem, decussiert liniiertem durch Radien in Sectoren geteiltem Rand.
      - 1. Nabel glatt, fein punktiert. . . . . **7. Hyalodiscus.**
      - 2. Nabel areoliert . . . . **8. Hyalodictya.**
- b. Schalendeckel mit Warzenkranz . . . . **9. Pantocsekia.**

B. Schalendeckel (und Schalenmantel) grob areoliert, oft mit Stacheln.
  a. Schalen mit scharfem, kielähnlich erhöhtem, gekerbtem Rand . . . 10. **Endictya.**
  b. Schalenrand gerundet, mit Stachelkranz . . . . 11. **Stephanopyxis.**

1. **Melosira** Ag. (*Aulacosira* Thw., *Coscinosphaeria* Ehrenb., *Liparogyra* Ehrenb., *Orthosira* Thw., *Pododiscus* Kütz., *Porocyclia* Ehrenb., *Sphaerophora* Hass., *Sphaerothermia* Ehrenb., *Stephanosira* Ehrenb., *Trochiscia* Montagne). Zellen kugelig bis cylindrisch, dicht zu Ketten verbunden. Schalenansicht kreisförmig, einfach punktiert. Chromatophoren: kleine gelappte Plättchen. Auxosporenbildung ungeschlechtlich; aus einer Mutterzelle entsteht eine vergrößerte Tochterzelle, deren Zellachse parallel oder senkrecht zu der der Mutterzelle ist. Im ersteren Falle bleibt die Tochterzelle mit der Mutterzelle in Verbindung und setzt die Mutterkette direct fort.

Sect. I. *Eumelosira* F. S. Zellen in Gürtelansicht cylindrisch, dicht an einander gekettet. Schalen flach, ohne Kiel, bisweilen mit Furchen; an der Verbindungsstelle eben, einfach punktiert.

Subsect. 1. *Melosira* Ag. Längsachse der Auxosporen parallel der Längsachse der Mutterzelle.

Subsect. 2. *Orthosira* Thw. Längsachse der Auxosporen senkrecht zur Längsachse der Mutterzelle. — 96 Arten, meist in Süßwasser, weniger marin, z. T. fossil. Manche Arten sehr verbreitet und bekannt, z. B. *M. granulata* (Ehrenb.) Ralfs, *M. arenaria* Moore.

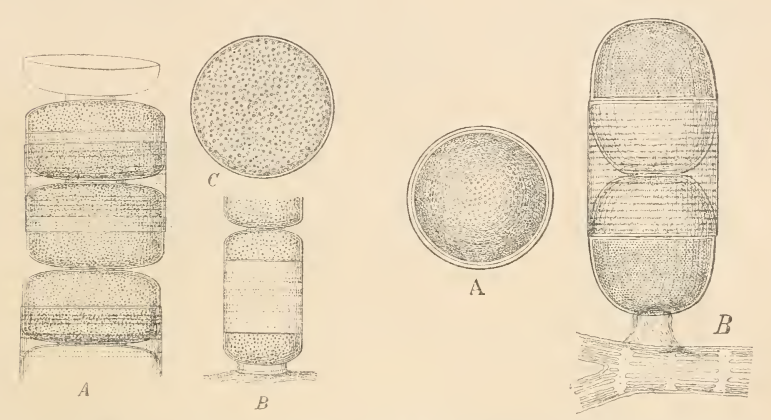


Fig. 64. *Melosira Borreri* Grev. *A* Mittelstück aus einer Kette; *B* Endstück einer Kette mit Gallertstiel auf *Polysiphonia* befestigt (400/1); *C* Schalenansicht (600/1). (*A*, *B* nach W. Smith; *C* nach Van Heurck.)

Fig. 65. *Melosira* (*Podosira*) *Montagnei* Kütz. *A* Schalenansicht; *B* 2 Zellen auf *Polysiphonia* sitzend, in Gürtelansicht (400/1). (Beide nach W. Smith.)

Sect. II. *Lysigonium* Link. Zellen in Gürtelansicht elliptisch oder kugelig, zu Ketten verbunden. Schalen gewölbt, nicht gekielt, einfach punktiert. — 6 Arten, vorwiegend in Süß- und Brackwasser. Im letzteren *M. moniliformis* (Müll.) Ag. In Süßwasser durch ganz Europa *M. varians* Ag.

Sect. III. *Podosira* Ehrenb. Zellen einzeln oder 2—3 durch Gallertband verkettet, deutlich gestielt, kugelig, abgerundet gestreckt oder cylindrisch. Gürtelband oft quer geringelt (Zwischenbänder); Schalen convex bis halbkugelig, fein punktiert bis areoliert. Centraler Stiel kräftig. — 22 Arten, marin und fossil. *M. Montagnei* Kütz. (Fig. 65) an den Küsten des atlantischen Oceans und im Mittelmeer.

Sect. IV. *Gaillionella* Bory. Zellen elliptisch, in Gürtelansicht bis kugelig, zu Ketten vereinigt. Schalen convex, an der Verbindungsstelle gewölbt, einfach punktiert; mit ringförmigem Kiel. — 3 Arten, marin, z. B. *M. nummuloides* in der Nordsee. *M.* (*Gaillonella*) *hyperborea* Grun. (Fig. 66).

2. **Druridgia** Donkin. Kette frei; Zellen eng verbunden, nur aus 2 oder wenigen Zellen bestehend. Zellen oblong oder elliptisch. Schalendeckel abgeflacht. Querschnitt elliptisch.

1 Art, marin. *D. geminata* Donk. (Fig. 67).

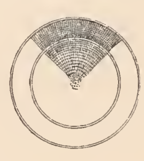


Fig. 66. *Melosira* (*Gaillonella*) *hyperborea* Grun. (1000/1). (Nach Van Heurck.)

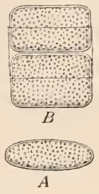


Fig. 67. *Druridgia geminata* Donk. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (400/1). (Nach W. Smith.)

3. **Discosira** Rabenh. Zellen scheibenförmig, Ketten bildend, dabei zu dicht verbundenem Cylinder vereinigt. Schalen kreisrund, fast eben, am Rand mit einem Kranz gezackter Zähne. Centrum fein punktiert. Fläche mit leicht gekrümmten, nach dem Centrum gerichteten Rippen.

1 Art im Salzwasser. *D. sulcata* Rabenh. (Fig. 68).

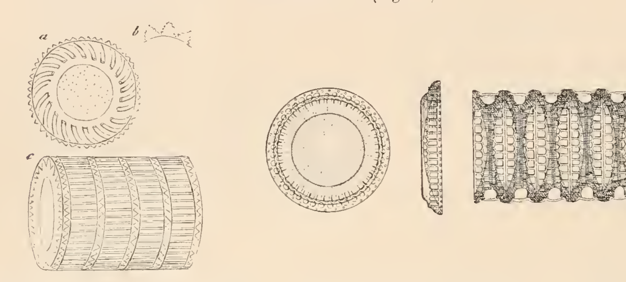
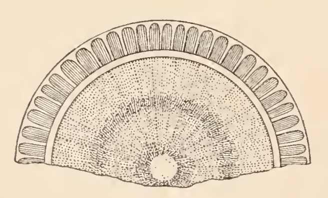


Fig. 68. *Discosira sulcata* Rabenh., *a* Schalenansicht, *b* Stück vom Kiel, *c* Kette. (Nach Rabenhorst.)

Fig. 69. *Paralia sulcata* (Ehrenb.) Cleve. (Nach W. Smith.)

4. **Paralia** Heiberg. Zellen cylindrisch. Schalen mit einer dem Rand parallelen Furche. Schalenstructur ungleichartig; im Centrum fein punktiert, am Rande Areolenkranz.

8 Arten, marin und fossil. *P. sulcata* (Ehrenb.) Cleve (Fig. 69).



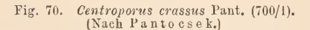


Fig. 70. *Centroporus crassus* Pant. (700/1). (Nach Pantocsek.)

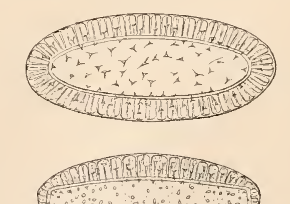


Fig. 71. *Muelleriella limbata* (Ehrenb.) Van Heurck. (Nach Van Heurck.)

5. **Centroporus** Pant. Schalen convex, kreisförmig, mit breitem Rand. Rand mit gestreiften Bogenfächern, von der Deckelfläche durch einen hyalinen Ring getrennt. Deckelfläche mit strahligen Punktreihen und rundem glattem Centrum.

1 Art, fossil. *C. crassus* Pant. (Fig. 70).

6. **Muelleriella** Van Heurck. Schalen elliptisch, nicht areoliert, in dem Mittelteil glatt, abgesehen von kleinen zerstreuten Dornen. Rand kräftig, durch antikline Rippen in zahlreiche 6eckige Abteilungen geteilt.

1 Art, fossil. *M. lumbata* (Ehrenb.) Van Heurck (Fig. 71).

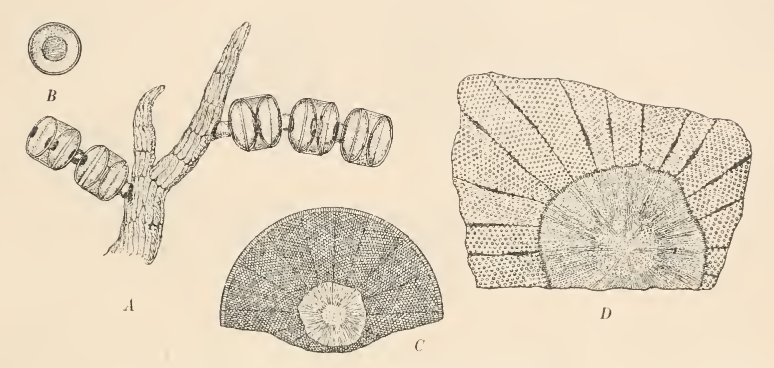


Fig. 72. *A*, *B* *Hyalodiscus scoticus* (Kütz.) Grun. *A* Gürtelansicht; *B* Schalenansicht. — *C*, *D* *H. stelliger* Bail. (400/1). (*A*, *B* nach Smith; *C*, *D* nach Van Heurck.)

7. **Hyalodiscus** Ehrenb. (*Lysicyclia* Ehrenb., *Pyxidicula* Ehrenb., *Hyalodictya* Ehrenb. ?) Schalen kreisförmig, mit Radialstrahlen oder decussierten Liniensystemen und mit sehr deutlichem, fein gezeichnetem Nabel.

12 Arten, marin und fossil, z. B. *H. scoticus* (Kütz.) Grun. (Fig. 72 *A*, *B*) und *H. stelliger* Bail. (Fig. 72 *C*, *D*) im Nordatlantik und Mittelmeer.

8. **Hyalodictya** Ehrenb. Wie *Hyalodiscus*, mit areoliertem Centrum.

1 Art (mit *Hyalodiscus* zu vereinigen?).

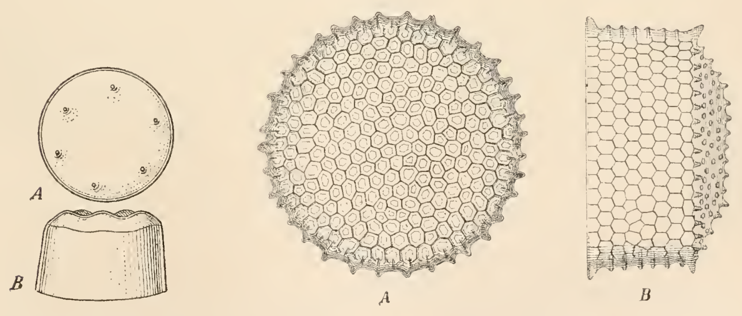


Fig. 73. *Pantocsekia clivosa* Grun. *A* Schalenansicht; *B* halbe Zelle in Gürtelansicht (300/1). (Nach Pantocsek.)

Fig. 74. *Endictya campechiana* Grun. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (500/1). (Nach A. Schmidt.)

9. **Pantocsekia** Grun. Zellen fast cylindrisch, hyalin (bei starker Vergrößerung fast unsichtbar fein punktiert). Schalen fast kreisrund; Schalendeckel mit 5—6 kreisförmig angeordneten warzenförmigen Erhöhungen. Membran dick.

1 Art, fossil. *P. clivosa* Grun. (Fig. 73).

10. **Endictya** Ehrenb. Schalen kreisförmig, reticuliert oder areoliert, mit etwas erhöhtem, gezähntem oder gekerbtem Rande. Gürtelseite areoliert.

7 Arten, marin. *E. campechiana* Grun. (Fig. 74).

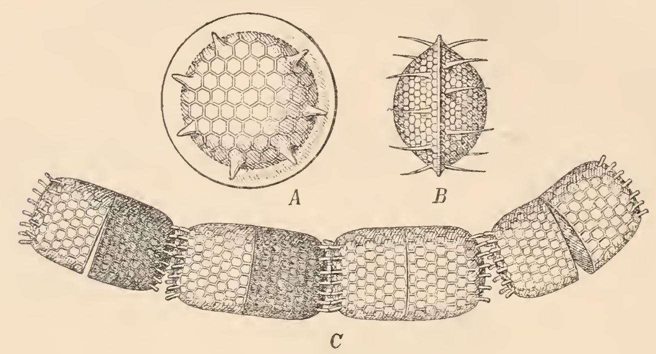


Fig. 75. *A Stephanopyxis superba* (Grev.) Grun., Schalenansicht. — *B St. barbadensis* (Grev.) Grun., Gürtelansicht. — *C St. turris* (Grev.) Ralfs, Kette. (Alles nach Gregory.)

11. **Stephanopyxis** Ehrenb. (*Creswellia* Grev., *Dictyopyxis* Grev., *Endictya* Ehrenb.?, *Peristephania* Ehrenb., *Pyxidicula* Ehrenb., *Systephania* Ehrenb., *Trochosira* Kitton). Zellen meist Ketten bildend, meist mit stark gewölbtem Dom. Fingerhutförmige Schalen, bisweilen flacher, meist ohne Gürtelbänder. Querschnitt kreisrund oder elliptisch, hexagonal areoliert, mit festen, oft kranzförmig angeordneten Stacheln (*Eustephanopyxis*) oder ohne Stacheln (*Pyxidicula*).

Ca. 50 Arten; marin und fossil. *S. superba* (Grev.) Grun. (Fig. 75 *A*) bildet ein Übergangsglied zwischen *Coscinodiscus*, *Melosira* und *Sceletonema*.

A. I. 1. b. Discoideae-Coscinodisceae-Sceletoneminae.

Zellen meist kurz, bisweilen gestreckt, büchsenförmig, meist schwach verkieselt und wenig oder gar nicht structuriert. Wenn structuriert, Structur auch auf der Gürtelseite. Schalenquerschnitt kreisförmig, ohne Hörner, bisweilen mit Kranz feiner Stacheln. Zellen durch stab- oder schlauch- oder cylinder- oder scheibenförmige Schalenanhänge zu stabförmigen Ketten verbunden. — Auxosporenbildung: auf ungeschlechtlichem Wege, aus einer Zelle eine Auxospore. Chromatophoren: 1—2 große Platten in der Zelle oder mehr kleine Plättchen.

A. Zellen durch einen weichen Verbindungsschlauch zu beweglichen Ketten verbunden **12. Thalassosira.**
B. Zellen durch verkieselte Längsstäbchen zu starren Ketten verbunden **13. Sceletonema.**
C. Zellen durch centrale Hörner zu starren Ketten verbunden.
 a. Hornenden mit einander verschlungen . . . . **14. Syndetocystis.**
 b. Hornenden mit den gegabelten Enden verbunden . . . . . **15. Thaumatonema.**
 c. Hornenden mit discusartig verbreiterter Endfläche verbunden . **16. Strangulonema.**

12. **Thalassosira** Cleve. Zellen durch lange Zwischenräume von einander getrennt, zu langen Ketten verbunden, durch Gallertfäden zusammengehalten. Schalenansicht

kreisförmig; Gürtelbandansicht viereckig; mit abgestutzten Ecken. Schalen schwach verkieselt, mit einem Kranz von Randstacheln. Oberfläche sehr fein areoliert, radialstrahlig.

2 Arten, marin. *Th. Nordenskiöldii* Cleve (Fig. 76), wichtige Planktonform des Nordens.

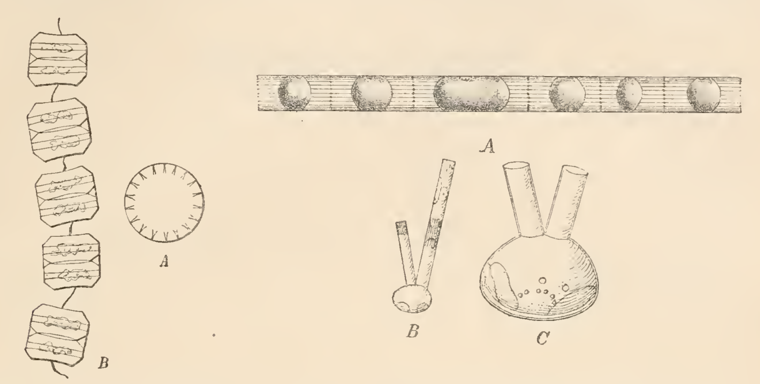


Fig. 76. *Thalassosira Nordenskiöldii* Cleve. *A* Schalenansicht; *B* Kette. (Nach Cleve.)

Fig. 77. *Sceletonema costatum* (Grev.) Grun. *A* Kette; *B* u. *C* Auxosporenbildung (800/1). (Nach Schütt.)

13. **Sceletonema** Grev. Zellen zu Ketten verbunden, cylindrisch, meist nicht länger als dick. Schalendeckel gewölbt oder flach. Zellkörper durch lange Zwischenräume von einander getrennt, verbunden durch Längsrippen.

10 Arten beschrieben, davon mehrere wahrscheinlich Sporen anderer Arten. Marin. *S. costatum* (Grev.) Grun. (Fig. 77). Wichtige Planktonform der Ostsee, zeitweilig in großen Mengen die oberen Meeresschichten bevölkernd.

14. **Syndetocystis** Ralfs. Schalen fast kreisförmig; Rand gezähnt; Mitte mit einem cylindrischen, hakenförmig gebogenen Anhang, welcher sich mit dem der Nachbarzellen verbindet. Die Zellen werden dadurch zu Ketten verbunden.

2 fossile Arten. z. B. *S. barbadensis* Ralfs (Fig. 78).

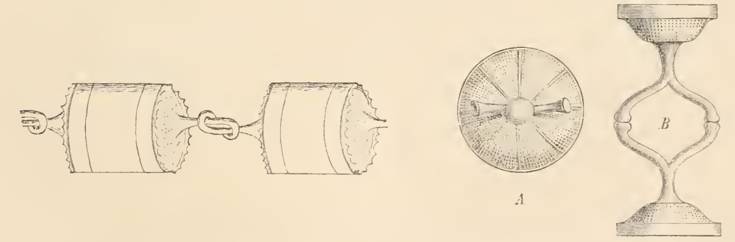


Fig. 78. *Syndetocystis barbadensis* Ralfs. (Nach Van Heurck.)

Fig. 79. *A Thaumatonema costatum* Grev., Schalenansicht. — *B T. barbadense* Grev., Gürtelansicht zweier zu benachbarten Zellen gehörenden Schalen (Kettenverbindung) (400/1). (Nach Greville.)

15. **Thaumatonema** Grev. Schalen tellerförmig, mit radialstrahligen Punktreihen, im Centrum mit gegabeltem Horn oder Stachel. Die Hornarme der benachbarten Zellen sind gleich und sind am Ende mit einander verwachsen, dadurch die Zellen zu Ketten vereinigend.

2 Arten, fossil. *T. costatum* Grev. (Fig. 79 *A*), *T. barbadense* Grev. (Fig. 79 *B*).

16. **Strangulonema** Grev. Zellen cylindrisch, punktiert areoliert. Schale im Centrum mit einem am Ende discusförmig verbreiterten gezähnten Horn. Schalen benachbarter Zellen mit der Fläche des Horndiscus verwachsen und dadurch Ketten bildend.

2 Arten, fossil. *S. barbadense* Grev. (Fig. 80).

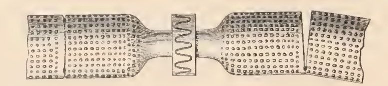


Fig. 80. *Strangulonema barbadense* Grev., Schalen zweier benachbarter Zellen (Kettenbildung) in Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

A. I. 1. c. Discoideae-Coscinodisceae-Coscinodiscinae.

Zellen discusförmig, d. h. meist scheibenartig flache, selten höhere Büchschen von regelmäßig kreisförmigem, selten abweichendem Querschnitt, mit ebenen oder flach gewölbten, selten hochgewölbten, meist gleichartigen Schalen; ohne Raphe, Pseudoraphe, Central- und Polarknoten; bisweilen mit verschiedenartigen concentrischen Schichten; ohne Hörner, Buckel, Zitzen, Klauen; bisweilen mit Dornen oder kurzen Stacheln; ohne excentrische Augen; nicht durch Rippen oder radialstrahlige Anschwellungen in Sectoren oder Kämmerchen geteilt, doch bisweilen mit radialen Punktareolenreihen. Schalenmantel meist sehr niedrig. Gürtelband ohne Structur oder mit unauffälliger Structur. Zellen einzeln, selten mit den Schalendeckeln zu kurzen Ketten verwachsen. Chromatophoren: zahlreiche kleine rundliche oder gelappte Plättchen.

A. Zellen hoch büchsenförmig, zu Ketten verbunden oder einzeln.
 a. Schalen ohne centrales Auge.
  α. Schalen gleich, beide convex . . . . 17. **Ethmodiscus.**
  β. Schalen ungleich, die eine convex, die andere eben oder concav 18. **Antelminellia.**
 b. Schalen mit centralem Auge.
  α. Auge klein, nicht areoliert . . . . 19. **Porodiscus.**
  β. Auge groß areoliert . . . . 20. **Craspedodiscus.**
B. Zellen discusförmig, einzeln.
 a. Schalendeckel ohne geschwungene Linien.
  α. Schalendeckel gewellt, mit 2 concentrischen Abteilungen von verschiedener Structur: einem breiten Ring und einer Centralfläche . . . . 21. **Cyclotella.**
  β. Schalendeckel nicht so scharf geschieden in 2 gewellte Zonen von verschiedener Structur, doch häufig am Rande anders structuriert als im Centrum.
   I. Schalenrand mit Kranz kräftiger Stacheln . . . . . . 22. **Stephanodiscus.**
   II. Schalenrand ohne kräftige Stacheln, doch oft mit kurzen Dornen.
    1. Schalen ohne Kranz auffallend großer Areolen . . . 23. **Coscinodiscus.**
    2. Schalen mit Kranz auffallend großer Areolen.
     ╳ Areolenkranz in der Schalenfläche . . . . 24. **Brightwellia.**
     ╳╳ Areolenkranz am Schalenrande . . . . 25. **Heterodictyon.**
 b. Schalendeckel mit geschwungenen Linien.
  α. Schalendeckel buchtig areoliert, rauh oder stachelig . . . . 26. **Liradiscus.**
  β. Schalendeckel mit unregelmäßig gefaltetem, erhabenem Kranzkamm 27. **Gutwinskiella.**

17. **Ethmodiscus** Castr. Zellen einzeln oder zu Ketten vereint, hochbüchsenförmig, nicht discusförmig. Schalen gleichartig, beide flach gewölbt, äußerst fein gestreift, häufig mit erhabenen Körnchen — namentlich am Rand. Gürtelband lang, ringförmig, bisweilen an Länge den Schalendurchmesser übertreffend, mit feinen, quadratisch angeordneten Punkten.

11 Arten, marin. *E. japonicus* Castr. (Fig. 81).

18. **Antelminellia** Schütt. Zellen büchsenartig, sehr groß. Schalen kreisrund, ungleich, die eine convex, die andere eben oder concav. Oberfläche äußerst fein gestreift-punktiert. Punktierung kaum sichtbar. Chromatophoren: sehr kleine Plättchen, zerstreut.

1 Art, marin: *A. gigas* (Castr.) Schütt (Fig. 82), dem Volumen nach wohl die größte *B.*

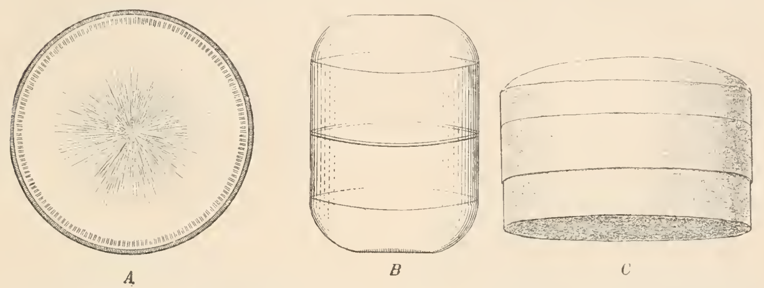


Fig. 81. *A Ethmodiscus japonicus* Castr., Schalenansicht (350/1). — *B E. wyvilleanus* Castr., Gurtelansicht (40/1). (Nach Castracane.)

Fig. 82. *Antelminellia gigas* (Castr.) Schütt, Gürtelansicht (24/1). (Nach Schütt.)

19. **Porodiscus** Grev. Querschnitt kreisförmig, elliptisch oder rhombisch. Schalen bisweilen ungleich. Schale leicht convex, kuppelförmig oder abgestumpft kegelförmig, mit centralem, rund-elliptischem Auge (vertiefter Centralteil); Auge kleiner und tiefer als bei *Craspedodiscus*. Structur fein granuliert bis areoliert, meist in deutlichen radialen Reihen.

9 Arten, fossil. *P. splendidus* Grev., *P. elegans* Grev., *P. conicus* Grev. (Fig. 83 *A—C*).

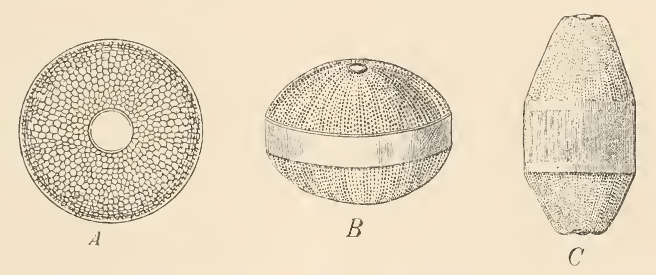


Fig. 83. *A Porodiscus splendidus* Grev., Schalenansicht. — *B P. elegans* Grev. — *C P. conicus* Grev. (400/1). (Nach Greville.)

20. **Craspedodiscus** Ehrenb. Schalen areoliert, mit einem breiten Saum, dessen Areolierung von der des umsäumten Teiles verschieden ist. Grenzlinie scharf, leicht bestachelt.

14 Arten, marin und fossil. *C. insignis* A. Schm. (Fig. 84).

21. **Cyclotella** Kütz. (*Discoplea* Ehrenb.) Zellen meist einzeln oder paarweise, nicht zu Ketten verbunden, kurz cylindrisch, discusförmig; Schale schild-, scheiben-, tellerförmig, in 2 Teile geteilt. Der äußere ringförmige mit mehr oder weniger feinen, glatten oder punktierten Streifen, zuweilen mit zerstreuten Dornen, ohne Scheinknoten. Centrum blasig geschwollen, glatt oder zerstreut; strahlig granuliert. Gürtelansicht gerade oder wellig.

70 Arten, meist Süßwasser, wenig marin und fossil. *C. comta* (Ehrenb.) Kütz. var. *affinis* Grun.

A. Arten, deren Schalenrand in Gürtelansicht nicht unduliert erscheint (Fig. 85 *A*, *B*). *C. striata* Kütz., häufige marine Form, schildförmig, d. h. eine Schalenseite convex, die andere concav; *C. sevilleana* Deby, fossil, flach discusförmig, beide Schalen fast eben, *C. sexnotata* Deby, fossil, beide Schalen gleich gewölbt mit 6 kleinen Dornen.

B. Arten, deren Schalenrand in Gürtelansicht unduliert erscheint. *C. Kützingiana* Thw. Gräben und Teiche Europas (Fig. 85 *C*); ebenso *C. operculata* (Ag.) Kütz. Marin: *C. undata* (Ehrenb.) Kütz. von den Bermudainseln.

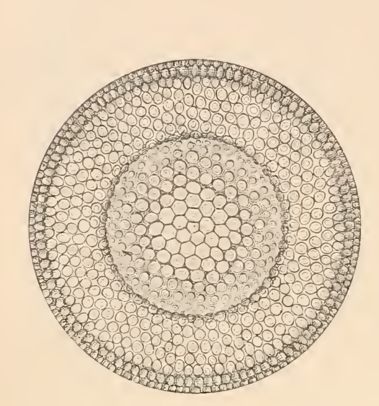


Fig. 84. *Craspedodiscus insignis* A. Schm. (Nach A. Schmidt.)

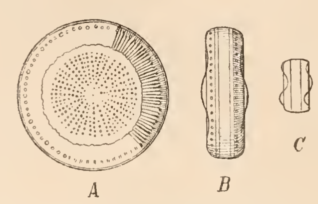


Fig. 85. *A*, *B* *Cyclotella comta* (Ehrenb.) Kütz. var. *affinis* Grun. — *C* *C. Kützingiana* Thw. (600/1). (Nach Van Heurck-Grunow.)

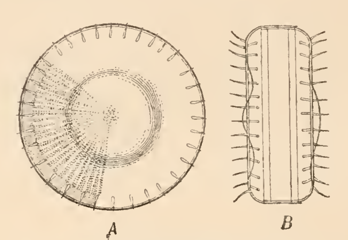


Fig. 86. *Stephanodiscus Niagarae* Ehrenb. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (500/1). (Nach Van Heurck.)

22. **Stephanodiscus** Ehrenb. (*Discoplea* Ehrenb.) Schalenansicht kreisförmig, Schalendeckel wenig convex, nicht hexagonal areoliert, radial granuliert mit hyalinen Zwischenräumen zwischen den Radien. Centrum hyalin oder granuliert. Rand mit einfachem Stachelkranz.

23 Arten im Süßwasser und fossil. *S. Niagarae* Ehrenb. (Fig. 86).

23. **Coscinodiscus** Ehrenb. (*Coscinodiscus* Grev., *Craspedodiscus* Ehrenb., *Dictyolampra* Ehrenb., *Haynaldia* Pant., *Heterostephania* Ehrenb., *Janischia* Grun., *Odontodiscus* Ehrenb., *Oncodiscus* Bail., *Perithyra* Ehrenb., *Pseudostephanodiscus* Grun., *Pseudotriceratium* Grun., *Radiopalma* Brun., *Symbolophora* Ehrenb., *Willemoesia* Castr.) Schalen kreisförmig oder elliptisch, selten rhombisch. Oberfläche eben oder in der Mitte vertieft, zuweilen wellig oder faltig. Centralfeld oft vorhanden, hyalin, von verschiedener Form; Centrum bisweilen mit Areolenrosette besetzt. Structur areoliert, granuliert; Rand schmal oder breit, meist mit, selten ohne Stacheln.

333 Arten. Marin und fossil, z. T. recht unsicher. Einteilung der Gattung revisionsbedürftig.

Untergatt. I. *Eucoscinodiscus* F. S. Querschnitt kreisförmig oder rundlich elliptisch. Schalenstructur beider Schalen gleich.

Sect. I. *Inordinati* Rattr. Schalenkreis rund oder elliptisch, ohne Centralrosette, selten mit bisweilen excentrischer, centraler Area. Structur ungeordnet, punktiert, granuliert oder areoliert.

Sect. II. *Cestodiscoidales* Rattr. (*Cestodiscus* Grev.) Schalen kreisrund, selten elliptisch ohne Rosette, Centralfeld klein oder fehlend. Structur granuliert, radialstrahlig; mit Randzone, in der die Körnchen bis punktartig klein und gedrängt sind. Rand mit Dornen oder Zäpfchen, die nicht durch specielle Körnchenreihen mit dem Centrum verbunden sind. Schalen bisweilen ungleich (cf. Fig. 53 A, p. 41).

Sect. III. *Excentrici* Pant. (*Lineati* Pant.) Schale ohne Centralarea und ohne Rosette. Structur areoliert. Areolen winkelig, allmählich oder plötzlich vom Centrum gegen den Rand hin kleiner werdend. Radialreihen unkenntlich. Randdornen vorhanden oder fehlend (Fig. 53 *B*, *C*, p. 41).

Sect. IV. *Radiantes* Schütt. Schalen mit oder ohne Centralarea und Rosette. 1. Structur areoliert oder granuliert (*Areolati*); Areolen mehr oder minder vollkommen strahlig angeordnet; Streifen teils bündelweis (Fasciculati), teils einzeln (Radiati) radial verlaufend: oder 2. Structur radial streifig, flammig, mit glattem Centralfeld und glatter Randzone (*Haynaldiella* Pant.), *C. antiquus* (Pant.) (Fig. 87).

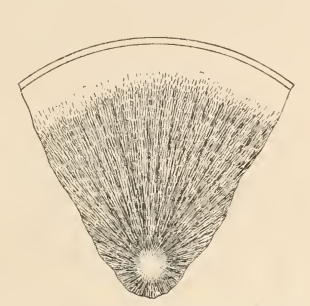


Fig. 87. *Coscinodiscus* (*Haynaldiella*) *antiquus* Pant., Schalenansicht (500/1). (Nach Pantocsek.)

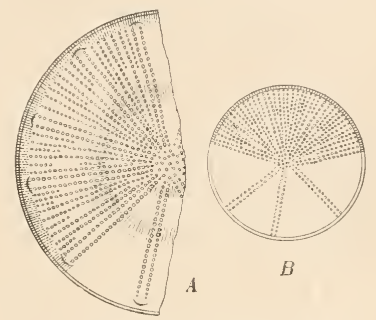


Fig. 88. *Coscinodiscus* (*Anisodiscus*) *Pantocsekii* Grun. *A* obere Schale (Fragment); *B* untere Schale. (Nach Pantocsek.)

Sect. V. *Cocconeiformes* Rattr. Schalen rund elliptisch, mit *Cocconeis*-ähnlicher Structur.

Sect. VI. *Micropodiscus* Grun. Schalenrand mit Kranz sehr kleiner Stacheln oder Perlen und einem etwas größeren Stachel. Punktierung sehr fein, undeutlich strahlig; ein Kranz größerer Punkte nahe dem Centrum.

Untergatt. II. *Anisodiscus* Pant. Zelle scheibenförmig mit ungleichen, concentrisch undulierten, radial punktierten Schalen. Schalenstructur ungleich. Auf der oberen Schale wechseln nach dem Rande zu lange, radiale, punktierte Streifen mit viel kürzeren ab; auf der unteren Schale sind die viel dichteren radialen Punktreihen von 6—10 glatten radialen Linien unterbrochen. Der Rand beider Schalen ist leicht gestreift-punktiert, beiderseitig in Abständen mit sehr kleinen und sehr schwer erkennbaren Stachelchen. — 1 Art, fossil: *C.* (*Anisodiscus*) *Pantocsekii* Grun. (Fig. 88).

Untergatt. III. *Stoschia* Janisch. (*Willemoesia* Castr.) Zellen wie *Coscinodiscus*, doch im Querschnitt gestreckt elliptisch. Structur zerstreut punktiert oder granuliert. — 5 Arten, marin.

24. **Brightwellia** Ralfs. Schale kreisförmig, mit oder ohne centralen hyalinen Hof. Oberfläche areoliert mit einem Ring von größeren Areolen zwischen Rand und Centrum. 7 Arten, marin und fossil. *B. hyperborea* Grun. (Fig. 89).

25. **Heterodictyon** Grev. Zellen discusförmig, Schalen kreisrund, radiär punktiert oder granuliert, mit einem Ring von größeren Areolen am Rande.
H. Rylandsianum Grev. (Fig. 90).

26. **Liradiscus** Grev. Zellen einzeln, discusförmig, mit kurzem Gürtelband. Schalen kreisförmig-elliptisch, etwas convex, nach den Schalen zu abflachend, mehr oder minder rauh; bisweilen kleine Stacheln. Keine centrale Area. Rand schmal, hyalin oder breit, gestreift.

7 Arten. marin und fossil. *L. barbadensis* Grev. (Fig. 91 *A*) mit kreisförmiger. *L. ovalis* Grev. (Fig. 91 *B*) mit elliptischer Schale.

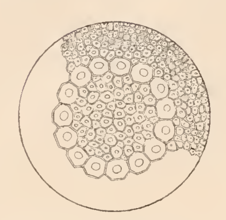


Fig. 89. *Brightwellia hyperborea* Grun. (500/1). (Nach Van Heurck.)

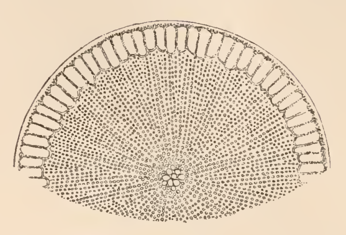


Fig. 90. *Heterodictyon Rylandsianum* Grev. (400/1). (Nach Greville.)

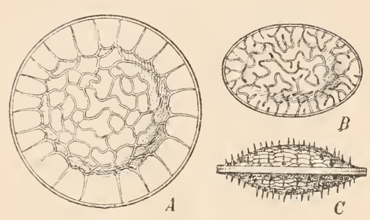


Fig. 91. *A Liradiscus barbadensis* Grev., Schalenansicht. — *B*, *C L. ovalis* Grev. *B* Schalenansicht; *C* Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

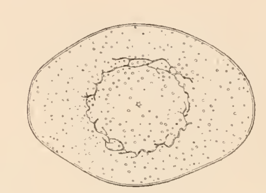


Fig. 92. *Gutwinskiella Clypeolus* (Brun) De Toni. (Nach Brun.)

27. **Gutwinskiella** De Toni (*Acanthodiscus* Pant., *Bruniella* Van Heurck, *Cotyledon* Brun). Schalen mehr oder minder annähernd kreisförmig, mit mehr oder weniger unregelmäßig gefaltetem, erhabenem Kamm.

3 Arten, fossil. *G. Clypeolus* (Brun) De Toni (Fig. 92).

A. I. 2. a. Discoideae-Actinodisceae-Stictodiscinae.

Zellen discusförmig, rein aktinomorph. Schalen meist flach, mit meist kreisförmigem Querschnitt, radialstrahlig structuriert, durch Radialrippen (Strahlen) vollkommen oder unvollkommen in Sectoren geteilt. Sectoren flach oder etwas gewölbt, ohne Raphe und Pseudoraphe; ohne Augen, Hörner, Klauen, Zitzen, Buckel oder sonstige Auswüchse, bisweilen mit centralem Nabel.

A. Radialstrahlen nicht nach dem Centrum verbreitert.
- a. Strahlen schmal.
  - α. Radialrippen zahlreich, durch zahlreiche concentrische Linien zu einem spinnennetzähnlichen System verbunden, innere Kammern . . . **29. Arachnoidiscus**,
  - β. Rippen kein Spinnennetz bildend.
    - I. Rippen randständig, nicht vertieft. Schalenrand nicht radialwellig **28. Stictodiscus.**
    - II. Rippen randständige glatte Vertiefungen bildend. Schalenrand radialwellig **30. Anthodiscus.**
- b. Strahlen breit.
  - α. Centralteil gewölbt. Strahlen den Rand erreichend, nicht das Centrum **31. Actinodiscus.**
  - β. Centralteil flach oder vertieft. Strahlen das Centrum und den Rand nicht erreichend **32. Liostephania.**

B. Strahlen centralwärts keulenförmig verdickt.
 a. Centrum mit erhabenem Nabel, Strahlen S-förmig, vom Nabel auslaufend **33. Gyrodiscus.**
 b. Centrum ohne Nabel. Strahlen gerade. Hauptstrahlen im Centrum zusammentreffend **34. Stelladiscus.**

28. **Stictodiscus** Grev. (*Discoplea* Ehrenb., *Radiopalma* Brun). Zellen einzeln, discusförmig. Schalen kreisförmig oder 3- bis mehreckig; mehr oder weniger hoch gewölbt, Wölbung oft ungleich stark, mit Radialrippen, die vom Rand ausgehend meist nicht bis zum Centrum reichen. Centrum meist ohne Radialstructur, Oberfläche granuliert. Stacheln und Fortsätze nicht vorhanden.

55 meist marine und fossile Arten.

Sect. I. *Eustictodiscus* De Toni. Schalen flach gewölbt. Querschnitt kreisförmig. Radialstreifen nicht bis zum Centrum reichend. — *S. Kittonianus* Grev. (Fig. 93 *A, B*).

Sect. II. *Stictodiscella* De Toni. Schalen flach gewölbt. Querschnitt 3- bis vieleckig. Radialstreifen nicht bis zum Centrum reichend. — *S. trigonus* Castr. (Fig. 93 *C*).

Sect. III. *Cladogramma* Ehrenb. Schalen hoch gewölbt. Radialstreifen etwas unregelmäßig, stellenweis gabelig geteilt, teilweise bis zum Centrum reichend. — *S. conicus* Grev. (Fig. 94).

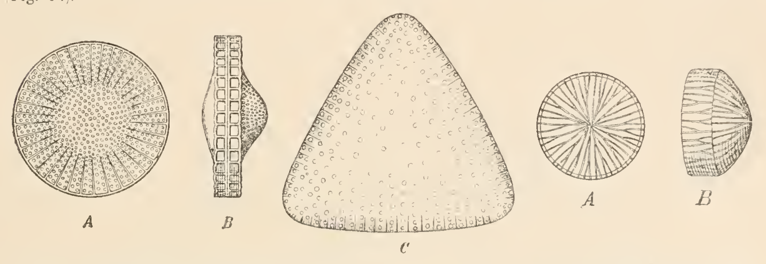


Fig. 93. *A, B Stictodiscus* (*Eustictodiscus*) *Kittonianus* Grev. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht. (340/1). — *C S.* (*Stictodiscella*) *trigonus* Castr. (375/1). (*A, B* nach Greville; *C* nach Castracane.)

Fig. 94. *Stictodiscus* (*Cladogramma*) *conicus* Grev. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (400/1). (Nach Grev.)

29. **Arachnoidiscus** Ehrenb. (*Hemiptychus* Ehrenb.) Schalen kreisförmig, mit zahlreichen radialen, geraden, starken, häufig abwechselnd längeren und kürzeren Rippen und hyalinem Centrum. Rippen durch concentrische Linien oder Körnchenreihen verbunden. Stacheln und Zähne nicht vorhanden. Schalenzeichnung hat Ähnlichkeit mit einem Spinnennetz. Den Radialrippen entsprechen mehr oder minder weit ins Innere vordringende radiale Septen, die die innere Schalenoberfläche in einen Kranz keilförmiger Abteilungen gliedern.

8 Arten, marin und fossil, z. B. *A. ornatus* Ehrenb. (Fig. 95) im atlantischen Ocean. *A. Ehrenbergii* Bail. im pacifischen Ocean.

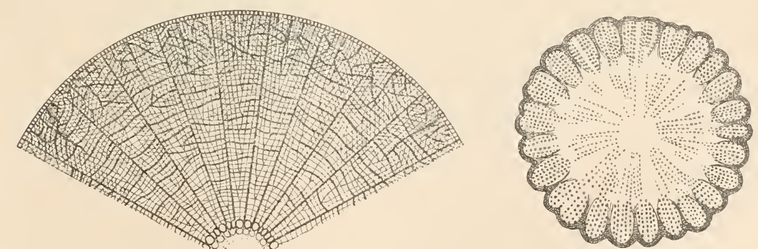


Fig. 95. *Arachnoidiscus ornatus* Ehrenb. (500/1). (Nach A. Schmidt.)

Fig. 96. *Anthodiscus floreatus* Grove et Sturt (500/1). (Nach Grove et Sturt.)

30. **Anthodiscus** Grove et Sturt. Schalen scheibenförmig, am Rande in zahlreiche Abteilungen geteilt durch vertiefte, radiale, glatte Streifen (von inneren Rippentransversalsepten herrührend?), die vom Rande ausgehend das Centrum nicht erreichen.

1 Art, fossil. *A. floreatus* Grove et Sturt (Fig. 96).

31. **Actinodiscus** Grev. Zellen frei, discusförmig. Schale granuliert, mit einer centralen Verdickung und zahlreichen, vom Knoten bis zum Rande laufenden, breit linearen Strahlen, ohne Augen. Structur dicht.

2 Arten, fossil. *A. barbadensis* Grev. (Fig. 97).

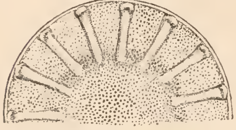
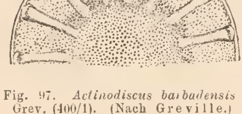



Fig. 97. *Actinodiscus barbadensis* Grev. (400/1). (Nach Greville.)

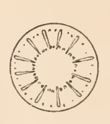


Fig. 98. *Liostephania magnifica* Ehrenb., Schalenansicht (300/1). (Nach Pritchard.)

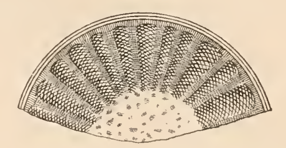


Fig. 99. *Liostephania (Truania) archangelskiana* (Pant.) (700/1). (Nach Pantocsek.)

32. **Liostephania** Ehrenb. Schalen vieleckig oder kreisrund, mit geraden, nicht verbreiterten, gegen Centrum und Rand gerichteten, den Rand nicht erreichenden Rippen oder Radien.

Sect. I. *Euliostephania* F. S. Schalen hyalin. — 5 Arten, fossil. *L. magnifica* Ehrenb. (Fig. 98).

Sect. II. *Truania* Pantocs. Schalen scheibenförmig, convex, durch glatte, kurze Radien in keilförmige Sectoren geteilt. Sectoren punktiert. Punkte zu recht- bis spitzwinkeligen, sich schneidenden Liniensystemen geordnet. Centrum vertieft, mit zerstreuten Flecken übersäet. Rand gestreift. — 1 Art, fossil. *L. archangelskiana* (Pant.) (Fig. 99).

33. **Gyrodiscus** Witt. Schale kreisförmig, fast halbkugelig gewölbt, in der Mitte stark verdickt. Rand undeutlich punktiert. Im Centrum befindet sich der kreisförmige Nabel (umbilicus), von welchem eine größere Zahl (10—12) S-förmig gebogener Radien nach der Peripherie verlaufen. Dort, wo die Schale verdickt ist, scheinen diese Radien tief einschneidende Spalten zu bilden. Die Schale ist structurlos oder punktiert. Rand punktiert.

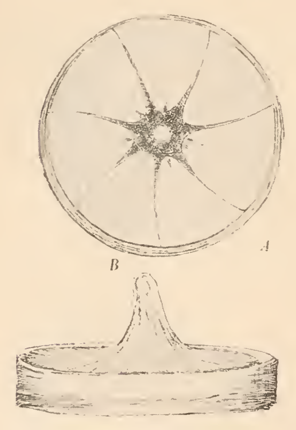


Fig. 100. *Gyrodiscus vortex* Witt. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

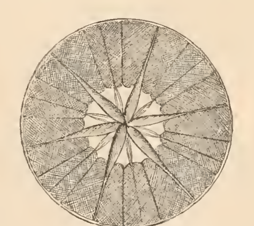


Fig. 101. *Stelladiscus Stella* (Norm.) Rattr. (400/1). (Nach Norman.)

2 fossile Arten. *G. vortex* Witt (Fig. 100).

34. **Stelladiscus** Rattr. Schalen kreisrund, durch zahlreiche gleiche Radien in Sectoren geteilt; Radien in der Mitte zusammenstoßend, nach innen keulenförmig ver-

dickt, nach außen verjüngt. Breite Randzone areoliert. Zwischen Randzone und Centrum von den Radien geteilte, gleiche, hyaline Felder mit radialen, die Randsegmente bis zum Rand durchschneidenden, dünnen, gleichartigen Ausläufern (Strahlen). Äußerster Rand schmal hyalin.

1 marine Art. *S. stella* (Norm.) Rattr. (Fig. 101).

A. I. 2. b. Discoideae-Actinodisceae-Planktoniellinae.

Zellen discusförmig, rein aktinomorph. Schalen flach tellerförmig; Schalendeckel punktiert-areoliert, bisweilen radialstreifig, doch ohne Rippen, nicht in gewölbte Sectoren geteilt, ohne Klauen, Hörner und Stacheln, doch mit eigenartigen Anhängseln. Flügelleistenartige Membranauswüchse, die einen Kranz von extracellulären, von Plasma und Chromatophoren nicht gefüllten Kämmerchen bilden. Kämmerchen klein, gewölbt, bis groß radial gestreckt, den Schalendurchmesser an Breite erreichend, eine bedeutende Verbreiterung der Schale vortäuschend, hyalin oder doch anders structuriert als die Schale. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

A. Extracelluläre Kämmerchen klein, bogenförmig, einen guirlandenähnlichen Kranz um den Schalenrand bildend . . . . 35. **Brunia.**

B. Extracelluläre Kämmerchen groß, radial gestreckt, in Schalenansicht wie ein breiter, radialgestreifter Ring die Schale umgebend . . . . 36. **Planktoniella.**

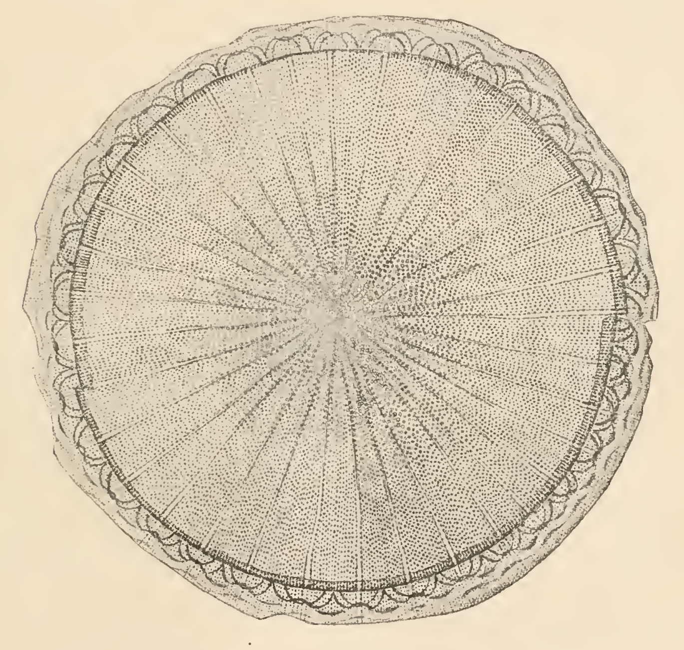


Fig. 102. *Brunia japonica* Temp., Stück der Schale (330/1). (Nach Van Heurck.)

35. **Brunia** Temp. Schalenansicht kreisrund, tellerartig, mit eigenartigem Rand. Schalenfläche radialstreifig geperlt, ohne Centralhof. Rand mit einer Reihe besonders

großer Areolen, die einen Kranz kleiner Kämmerchen bilden, deren antikline Wandteile bogenförmige, guirlandenartig angeordnete Linien bilden.

2 fossile Arten von Japan. *B. japonica* Temp. (Fig. 102).

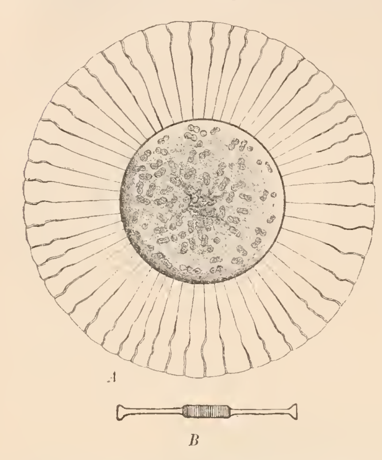


Fig. 103. *Planktoniella Sol* (Wallich) Schütt. *A* Zelle in Schalenansicht. Centrales Plasma und Chromatophoren angedeutet. Areolierung des Schalendeckels nicht gezeichnet (250/1); *B* Gürtelansicht (130/1). (Nach Schütt.)

36. **Planktoniella** Schütt. Zelle discusartig, rein centrisch. Umriss kreisrund. Schalendeckel wenig gewölbt. Oberfläche areoliert, umgeben von sehr breitem, ringförmigem, in der Querebene gestrecktem, hohlem, radial gekämmertem Flügel. Plasma und Chromatophoren auf den eigentlichen Zellraum beschränkt, nicht in den hohlen, ringförmigen Flügel hineingehend. Der hyaline, radial gestreifte Ring ist also ein extracellulärer Auswuchs der Membran, erscheint aber in Schalenansicht der leeren Zelle leicht als äußerer Teil der eigentlichen Schale, die in Wirklichkeit nur von dem areolierten Centralteil der Scheibe gebildet wird. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

1 Art, marin. *P. Sol* (Wallich) Schütt (Fig. 103).

A. I. 2. c. Discoideae-Actinodisceae-Actinoptychinae.

Zellen discusförmig, ausgesprochen aktinomorph, von meist kreisförmigem, bisweilen 3- bis vieleckigem Querschnitt, mit flachen Schalen, die in mehr oder minder zahlreiche, mehr oder weniger vollkommen gewölbte Sectoren geteilt sind. Am Rande ebenso viel kleine, klauenartige Fortsätze als erhabene Sectoren vorhanden. Centralfeld sternförmig, polygonal oder rund, von abweichender Structur, meist hyalin; Zellen einzeln, frei; Chromatophoren: kleine zahlreiche Plättchen.

A. Klauen am Randende der die Sectoren trennenden Strahlen, nicht auf den verbreiterten Sectoren selbst.
  a. Sectoren 3; Schalen kreisrund. 3 Sectoren durch 3 nach dem Rande zu verjüngte Strahlen getrennt . . . . **37. Debya.**
  b. Sectoren 6; 3 erhaben, 3 vertieft; Schalen 3eckig. An den Ecken 3 Klauen **38. Schuettia.**

B. Klauen am Rande der Mittellinie jedes Sectors.
  a. Schalen in vollkommene Wellensectoren geteilt, 6eckig bis rund, mit abwechselnd vertieften und erhabenen, bis zum Centralfeld reichenden Sectoren **39. Actinoptychus.**
  b. Sectorenwellen unvollkommen, randständig.
    α. Schalenfläche mit hyalinen Radien, den Mittellinien ebenso vieler Randschuppen entsprechend . . . . **40. Lepidodiscus.**
    β. Schalenfläche ohne hyaline Radien. Fläche nach dem Rande hin radial unduliert. Centralfeld von glattem Ring umgeben . . . . **41. Wittia.**

37. **Debya** Pant. Schalen scheibenförmig, mit flachem Rand und 3 stark convexen, nach dem Centrum zu gerundeten Sectoren, die durch 3 radialstrahlige, von einem großen, tiefen, fast glatten Centralhof auslaufende Furchen getrennt werden. In der Fortsetzung der Furchen nahe dem Rande 3 kleine Fortsätze. Schalenstructur netzig gestreift und punktiert.

1 Art, fossil. *D. insignis* Pant. (Fig. 104).

38. **Schuettia** De Toni. Schalen 3eckig, mit 3 Radien, eingebuchteten Seiten, mit centralem, hyalinem, vieleckigem bis sternartigem Mittelfeld. Structur reticuliert bis areoliert oder granuliert.

5 Arten, marin, fossil. *S. annulata* (Wall.) De Toni (Fig. 105).

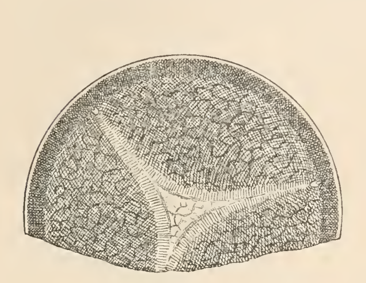


Fig. 104. *Debya insignis* Pant. (223/1). (Nach Pantocsek.)

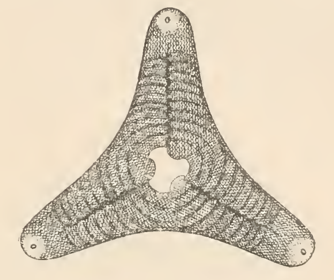


Fig. 105. *Schuettia annulata* (Wall.) De Toni (600/1). (Nach Van Heurck.)

39. **Actinoptychus** Ehrenb. (*Actinosphaeria* Shadb., *Cymatogonia* Grun., *Gyroptychus* A. Schm., *Halionix* Ehrenb., *Heliodiscus* H. V. H., *Heliopelta* Ehrenb., *Omphalopelta* Ehrenb., *Symbolophora* Ehrenb.) Zellen discusfg.; Querschnitt 6eckig bis kreisrund. Schalen in abwechselnd erhabene und vertiefte Sectoren geteilt, mit meist hyalinem, sternförmigem Nabel. Oberfläche meist 6-eckig areoliert, ohne Randstacheln, oder mit mehr oder minder zahlreichen, auf abwechselnd gleichartige Sectoren verteilten Stacheln oder Klauen.

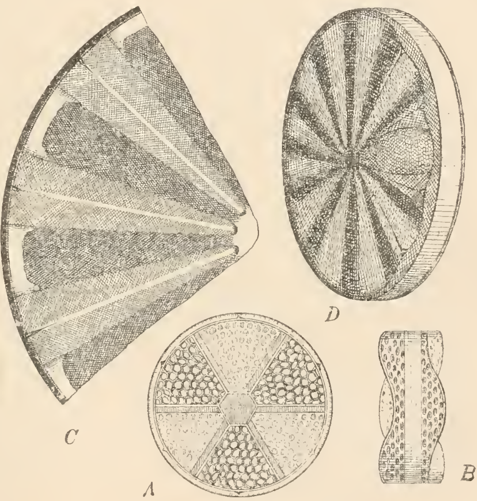




Fig. 107. *Actinoptychus* (*Polymyxus*) *Flos-marina* Brun. (Nach Brun.)

Fig. 106. *A, B Actinoptychus undulatus* Ralfs. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (400/1). — *C, D A. splendens* (Shadb.) Ralfs. *C* Schalenansicht; *D* schräg gesehen (600/1). (*A, B* nach W. Smith; *C, D* nach Van Heurck.)

107 Arten, marin, meist fossil.

Sect. I. *Euactinoptychus* F. S. Schalen areoliert. — 111 Arten, marin, fossil. *A. undulatus* Ralfs (Fig. 106 *A, B*), Nordatlantik. *A. splendens* (Shadb.) Ralfs (Fig. 106 *C, D*).

Sect. II. *Polymyxus* Bail. Schalen mit sehr feiner, quincuncialer Granulierung, ohne Areolärstructur, stark unduliert, in der Mitte jedes erhabenen Sectorrandes ein Anhängsel. — 3 Arten, marin, fossil. *P. flos-marina* Brun (Fig. 107), fossil. Ungarn. *P. coronalis* Bail. an der Marannonmündung.

40. **Lepidodiscus** Witt. Zellen discusförmig. Schalen im Centrum unregelmäßig granuliert, von zahlreichen hyalinen Radien durchfurcht, mit breitem, gestreiftem Rand. Rand mit Kranz von schuppenförmigen Feldern, von denen die größeren je einen kleinen Stachel tragen.

1 Art, fossil. *L. elegans* Witt (Fig. 108).

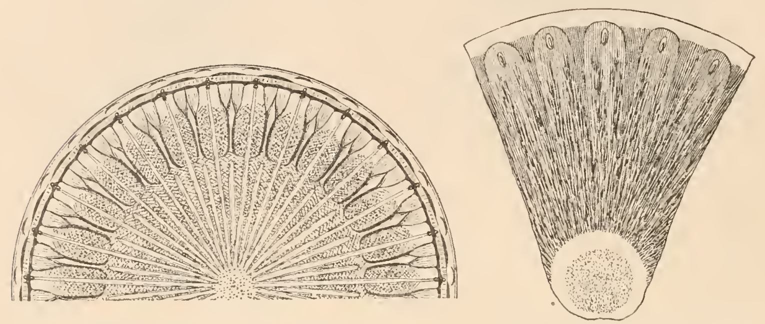


Fig. 108. *Lepidodiscus elegans* Witt (550/1). (Nach A. Schmidt.)

Fig. 109. *Wittia insignis* Pant. (700/1). (Nach Pantocsek.)

41. **Wittia** Pant. Schalen kreisförmig, umrandet, mit bogenförmigen, mit kleinem Anhängsel versehenen Randfalten. Centrum punktiert, durch glatten Ring von der Scheibenfläche getrennt. Structur der Scheibenfläche flammig, am Rande gestreift.

1 Art, fossil. *W. insignis* Pant. (Fig. 109).

A. I. 2. d. Discoideae-Actinodisceae-Asterolamprinae.

Zellen discusförmig. Schalen radiär gebaut, meist rein aktinomorph. Aktinomorphie in der Schalenzeichnung bisweilen gestört. Schale dann scheinbar bilateral symmetrisch structuriert, doch ohne gefiederte Structur, ohne Raphe und Pseudoraphe. Symmetrieebene der beiden Schalen nicht gleich, Zelle also nicht rein zygomorph. Schalendeckel in 2 Abteilungen geteilt. Rand aus meist zahlreichen Segmenten gebildet, kräftig structuriert; Mittelteil groß, hyalin bis schwach structuriert, in ebenso viele, nach außen meist keilförmig verlaufende Abteilungen gegliedert wie der Rand Segmente hat. Centralkeile alternierend mit den Randsegmenten. Die Radialstrahlen bisweilen gewölbt, doch teilen sie die Schale nicht radartig in abwechselnd erhabene und vertiefte Sectoren. Randende der Radien mit sporn- oder klauenartigem Fortsatz, im übrigen die Zelle ohne Stacheln, Buckel, Hörner oder Augen und ohne extracelluläre Kammern. Die Centralachse bisweilen tordiert, so dass die gleichwertigen Radien der beiden Schalen sich kreuzen.

A. Schalenstructur rein aktinomorph.
- a. Schalen gleichartig, alle bis zum Rande laufend . . . . . . **42. Asterolampra.**
- b. Strahlen ungleichartig; primäre bis zum Rande laufend, secundäre in den Randsegmenten endigend . . . . **43. Actinodictyon.**

B. Schalenstructur pseudozygomorph.
- a. Strahlen zahlreich, erhaben, parallelseitig, unter einander gleich, bis auf einen, der verschmälert ist. Centralfeld mit Zickzacklinien . . . . . . **44. Asteromphalus.**
- b. 2 Strahlen vorhanden, nach dem Centrum hin verbreitert . . . . **45. Rylandsia.**

42. **Asterolampra** Ehrenb. (*Actinogonium* Ehrenb., *Asterodiscus* Johns.) Zelle discusförmig; Schalen kreisrund, seltener stumpfeckig, fast eben, zuweilen genabelt mit glatten Strahlen. Alle Strahlen gleich, Schale daher rein aktinomorph. Structuriertes Mittelfeld fehlend oder, wenn vorhanden, meist klein, selten groß. Zwischen Rand und Mitte ein Kranz von glatten, keilförmigen Feldern. Mitte der Basis jedes Keils mit einem radialen, fingerartig schmalen Ausläufer; Rand areoliert, durch die Ausläufer und Keilfelder in Segmente geteilt, bisweilen durch einen Streifen mit dem Centralfeld verbunden, meist durch die Keilfelder davon getrennt.

36 meist fossile, marine Arten. *Asterolampra affinis* Grev., *A. marylandica* Grev., *A. aliena* Grev. (Fig. 110 *A—C*).

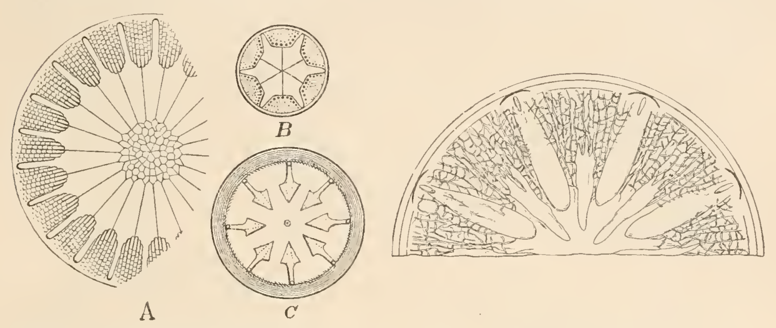


Fig. 110. *A Asterolampra affinis* Grev. (300/1). — *B A. marylandica* Grev. (400/1). — *C A. aliena* Grev. (400/1). (Nach Greville.)

Fig. 111. *Actinodictyon antiquorum* Pant. (635/1). (Nach Pantocsek.)

43. **Actinodictyon** Pant. Schalen kreisförmig, mit primären, am Randende einen kleinen Fortsatz oder Stachel tragenden, erhabenen Sectoren und secundären, netzig gezeichneten, vertieften Sectoren, die mit einer nackten, erhabenen Falte keilförmig ins nackte Centrum übergehen. Das Centrum ist wegen der Falten sternförmig.

2 Arten, fossil. *A. antiquorum* Pant. (Fig. 111).

44. **Asteromphalus** Ehrenb. (*Actinogramma* Ehrenb., *Excentron* Ralfs, *Mesasterias* Ehrenb., *Spatangidium* Bréb.) Zellen discusförmig. Schalen kreisrund oder elliptisch bis oval. Structur zygomorph. Mittelfeld hyalin, von radialen Zickzacklinien durchfurcht, symmetrisch zu einer Mittellinie. Von der Centralfläche gehen symmetrisch zur Mittellinie glatte Strahlen (erhabene Halbröhren) bis zum Rand. Ein Strahl ist schmäler als die anderen und scheidet die Schale in 2 symmetrische Teile. Randzone zwischen den Schalen areoliert.

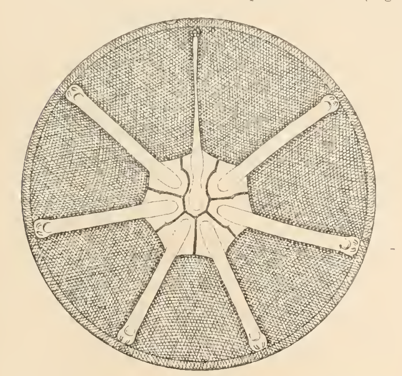


Fig. 112. *Asteromphalus Roperianus* (Grev.) Ralfs (500/1). (Nach A. Schmidt.)

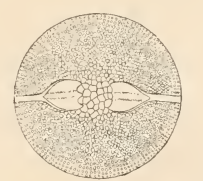


Fig. 113. *Rylandsia biradiata* Grev. (600/1). (Nach Greville.)

40 Arten, fossil und marin. *A. Roperianus* (Grev.) Ralfs (Fig. 112) im indischen Ocean. *A. reticulatus* Cleve im Nordatlantik.

45. **Rylandsia** Grev. Zelle einzeln, scheibenförmig, areolierte Scheibe mit 2 glatten, an der Basis verbreiterten, das Centrum nicht erreichenden Radien. Centrum mit größeren Areolen.

1 Art, fossil. *R. biradiata* Grev. (Fig. 113).

A. I. 3. a. Discoideae-Eupodisceae-Pyrgodiscinae.

Zellen discusförmig. Querschnitt kreisförmig. Schale ohne Raphe und Pseudoraphe, rein aktinomorph, eben oder gewölbt, mit oder ohne Centralhügel, Rand mit Stachelkranz und mit Kranz von kleinen Buckeln oder Hörnern. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

A. Schalenrand mit Kranz fingerartiger Hörnchen. Hörnchenzipfel mit oder ohne langen Stachel. Zwischen den Hörnern lange Stacheln, die einen Kranz bilden **46. Gossleriella.**

B. Schalenrand mit Kranz flacher Buckeln. Buckelgipfel mit kurzem Stachel. Schalenmitte mit bestacheltem Auswuchs . . . . **47. Pyrgodiscus.**

46. **Gossleriella** F. S. Schale kreisrund, discusartig, sehr zart structuriert, mit einem Randkranz schmaler Hörnchen; zwischen ihnen und bisweilen auch auf ihnen lange Stacheln. Chromatophoren: kleine Plättchen.

2 Arten, marin. *G. tropica* Schütt (Fig. 114).

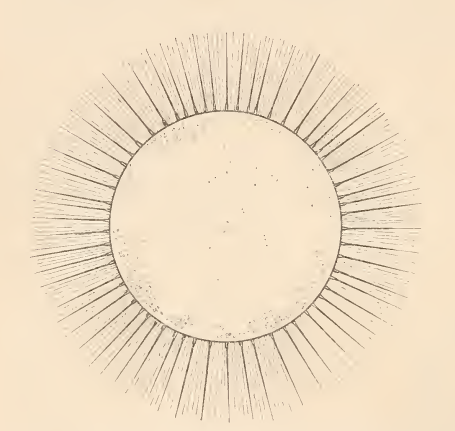




Fig. 114. *Gossleriella tropica* Schütt. Zelle mit Chromatophoren und Kern (175/1). (Schalenansicht nach Schütt.)

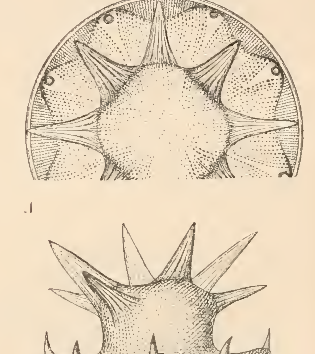


Fig. 115. *Pyrgodiscus armatus* Kitton. *A* Schalenansicht; *B* Schale in Gürtelansicht (500/1). (Nach A. Schmidt.)

47. **Pyrgodiscus** Kitton. Schalen kreisförmig, mit großem, centralem, 4eckigem, kopfförmigem Auswuchs, der mit kräftigen Stacheln bewehrt ist. Rand der Schale mit kleinen Buckeln, jeder mit einem Stachel bewehrt. Structur der Schale: radialstrahlige Punktreihen. Structur der Kopfstacheln: Längsstreifen.

4 fossile Arten, z. B. *P. armatus* Kitton (Fig. 115).

A. I. 3. b. Discoideae-Eupodisceae-Aulacodiscinae.

Zellen discus- bis büchsenförmig, rein aktinomorph. Schalen ohne Raphe und Pseudoraphe, eben, mit oder ohne erhabenen Rand oder flach gewölbt, oft mit radial gestreckten Hügeln und Buckeln. Buckelgipfel oder deren Stelle durch Zitzen markiert.

48. **Aulacodiscus** Ehrenb. (*Pentapodiscus* Ehrenb., *Podiscus* Baill., *Tetrapodiscus* Ehrenb., *Tripodiscus* Ehrenb., *Tschestnowia* Pant.) Schale kreisförmig, selten polygonal, mit 1—45 nahe dem Rande inserierten, zitzenförmigen Fortsätzen. Kleine, dickrandige, structurlose Hörnchen. Oberfläche flach, kraterförmig oder mit erhabener Zone; unter den Fortsätzen mit kleinen oder großen, keilförmigen, radial gerichteten, bisweilen fehlenden Anschwellungen. Centralhof unregelmäßig oder rund, hyalin oder punktiert, oder fehlend. Structur granulär, gerade oder gekrümmte Reihen bildend. Rand gestreift, bisweilen hyalin oder fehlend. Zwischenbänder wahrscheinlich vorhanden.

119 Arten, marin; meist fossil. z. B. *A. scaber* Ralfs (Fig. 116 *C*), Typus mit fast ebener Schalenfläche. — *A. Lahnsanii* O. W., Typus mit kraterförmig vertiefter Schalenfläche. — *A. Petersii* Ehrenb. (Fig. 116 *A, B*), Typus mit welliger Schalenfläche, so dass die zitzenförmigen Fortsätze auf der Spitze von brustähnlichen Hügeln stehen.

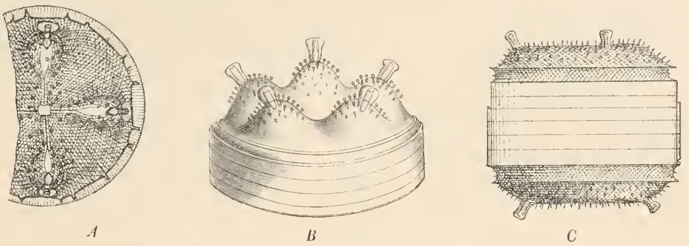


Fig. 116. *A, B Aulacodiscus Petersii* Ehrenb. (var. *notabilis* Rattr.) *A* Schalenansicht (Fragment); *B* Gürtelansicht. — *C A. scaber* Ralfs. (Nach A. Schmidt.)

A. I. 3. c. Discoideae-Eupodisceae-Eupodiscinae.

Zellen discusförmig oder kurz büchsenförmig. Querschnitt meist kreisförmig oder fast kreisförmig bis polygonal. Schale ohne Raphe und Pseudoraphe, ohne Centralknoten, eben, bisweilen mit erhabenem Rand oder flach gewölbt. Wölbung dann nicht einfach, kuppelförmig, sondern mit rundlichen oder gestreckten excentrischen Hügeln besetzt. Wenn die Hügel fehlen, so sind sie markiert durch nie fehlende Augen, die gewöhnlich auf dem Gipfel des Hügels stehen. Zitzen fehlen. Schalenbau im Grundtypus aktinomorph. Bisweilen die Aktinomorphie durch die immer excentrische Stellung der Augen gestört, dann scheinbar bilateral symmetrisch oder selten asymmetrisch. Schalen bisweilen bedornt. Chromatophoren soweit bekannt: zahlreiche, kleine, zerstreute Plättchen.

A. Augen nicht auf bohnenförmigen, randständigen, nach dem Rand convergierenden Höfen.
  I. Schale radartig, mit gewölbten und vertieften Sectoren. Auf den erhabenen Sectoren je 1 Auge.
    1. Zwischen den Augen keine Buckel . . . . **49. Craspedoporus.**
    2. Augen abwechselnd mit Buckeln . . . . **50. Grovea.**
  II. Schale nicht radartig geteilt in erhabene und vertiefte Sectoren. Augen auf Buckeln oder in der Fläche.
    1. Augen klein, randständig. Rand nicht durch hyalinen Ring von der Fläche getrennt.
      X Schale mit einem Auge. Schalenstructur radialstrahlig geperlt **51. Actinocyclus.**
      XX Schale mit einem oder mehreren Augen, nicht radialstrahlig geperlt **52. Eupodiscus.**
    2. Augen groß, randständig. Rand durch hyalinen Ring von der Fläche getrennt **53. Glyphodiscus.**
    3. Augen flächenständig, meist groß.
      X Schale mit einem Auge. Auge groß, excentrisch . . . . . **54. Monopsis.**
      XX Schale mit mehreren Augen. . . . . **55. Auliscus.**

B. Augen auf bohnenförmigen, unter spitzem Winkel gegen einander geneigten randständigen Höfen . . . . **56. Bergonia.**

49. **Craspedoporus** Grev. Schale kreisrund. Oberfläche mit 5—11 schmalen, aus der Grundfläche sich abhebenden, radialstrahligen Abteilungen, an deren Randenden die kreisförmigen bis elliptischen Fortsätze (Augen) sich erheben. Structur punktiert, granuliert oder areoliert. Centraler Hof vorhanden oder fehlend.

6 Arten, fossil, z. B. *C. Ralfsianus* Grev. (Fig. 117).

50. **Grovea** A. Schm. Schale discusförmig, mit 7 bis mehr warzenartigen Erhebungen mit Augen am Rand; abwechselnd damit je ein stumpfer Fortsatz ohne Auge. Punktierte Schale mit großem, rundem Mittelfeld, das umgeben ist von einem hellen Ring mit radialstrahligen Ausläufern, die zu den Augen führen. Die Gattung ist Bindeglied der *Biddulphieae-Eupodisceae.*

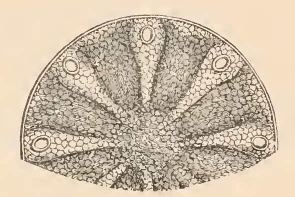


Fig. 117. *Craspedoporus Ralfsianus* Grev. (400/1). (Nach Greville.)



Fig. 118. *Grovea pedalis* (Gr. et St.) A. Schm.

1 fossile Art, *G. pedalis* (Gr. et St.) A. Schm. (Fig. 118).

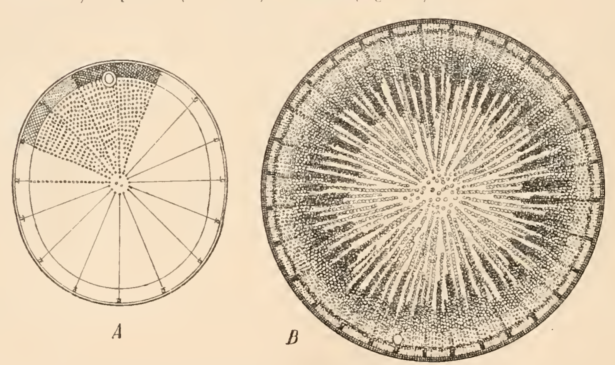


Fig. 119. *A Actinocyclus ovalis* Norman. — *B A. Ralfsii* Smith. (Nach Van Heurck.)

51. **Actinocyclus** Ehrenb. Schalen kreisförmig-elliptisch, oder abgerundet rhombisch. Oberfläche fast ganz eben, selten convex, granuliert; Körnelung meist abgerundet, selten eckig oder punktförmig, meist radiär oder bündelweis radiär; im Centrum ein meist runder Hof (Area). Rand deutlich oder undeutlich, hyalin oder gestreift; am Rande ein rundes oder elliptisches Auge (kurz abgeschnittener Hornansatz wie bei *Auliscus*), und ein Kranz von Dornen oder Knötchen.

73 Arten, marin, fossil, z. B. *A. Ralfsii* W. Sm. (Fig. 119 *B*), *A. crassus* Ralfs, *A. ovalis* Norman (Fig. 119 *A*).

52. **Eupodiscus** Ehrenb. (*Pseudoauliscus* Fortm.) Zellen flach discusförmig. Schalen eben oder wenig gebogen, convex, oft in der Mitte eingedrückt, ohne centrale Area. Sculptur meist areoliert, wenige oder zahlreiche kleine Stacheln in der Nähe des Randes. Rand schmal, hyalin oder mit feinen Streifen, oder breit mit deutlichen Streifen. In der Nähe des Randes 1—4 kleine, wenig hervortretende Fortsätze mit runder oder elliptischer, ebener, meist glatter Endfläche (Auge). *E.* schließt sich bezüglich der Schale an *Triceratium* an, unterscheidet sich aber wesentlich durch discoidalen Bau der Zelle von dem mehr zum Büchsentypus gehörenden *Triceratium*.

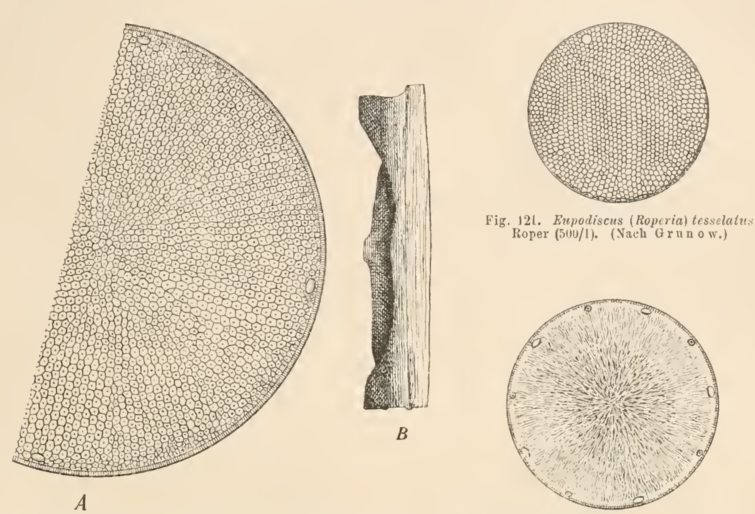


Fig. 120. *Eupodiscus radiatus* Bail. *A* Schalenansicht (475/1); *B* Schale in Gürtelansicht (500/1). (Nach Van Heurck.)

Fig. 121. *Eupodiscus* (*Roperia*) *tesselatus* Roper (500/1). (Nach Grunow.)

Fig. 122. *Eupodiscus* (*Rattrayella*) *oamaruensis* Grun. (Nach A. Schmidt.)

Sect. I. *Eu-Eupodiscus* Ehrenb. (*Perithyra* Ehrenb.) Fortsätze entwickelt, wenn auch oft sehr niedrig, meist in der Mehrzahl. — 15 Arten. marin, fossil, z. B. *E. radiatus* Bail. (Fig. 120). pacifischer Ocean.

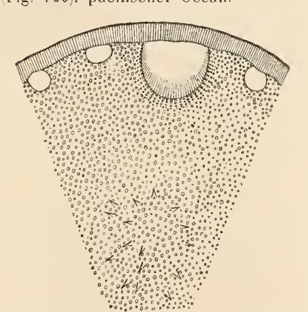


Fig. 123. *Eupodiscus* (*Isodiscus*) *mirificus* Rattr., Stück der Schale (660/1). (Nach Rattray.)

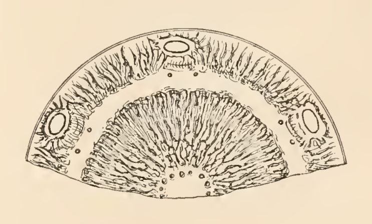


Fig. 124. *Glyphodiscus bipunctatus* A. Schm. (Nach A. Schmidt.)

Sect. II. *Roperia* Grun. Fortsätze nicht entwickelt, nur ein einzelner, kleiner, kreisförmiger, structurloser Fleck nahe dem Rande der Schale. — 1 Art, marin, *E. tesselatus* Roper (Fig. 121), Nordatlantik.

Sect. III. *Rattrayella* De Toni (*Aporodiscus* Rattr., *Debya* Rattr.). Schalen kreisförmig. Oberfläche im Centralteil eben, außen zu scharfbegrenztem Rande abfallend. Körnelung bis Punktierung radialstrahlig angeordnet. Fortsätze 3—15, klein, rund bis elliptisch; zwischen je 2 Fortsätzen 1—2 Stacheln. — 1 Art, fossil, *E. oamaruensis* Grun. (Fig. 122). Oamaru.

Sect. IV. *Isodiscus* Rattr. Schalen kreisförmig, flach oder nach dem Rand hin schwach convex, mit Fortsätzen am Rande. Centralhof groß, gerundet, bisweilen fehlend. Structur areolär oder granuliert, mit großen Zwischenräumen, um die Fortsätze radialstrahlig angeordnet. Fortsätze niedrig, zum Rande ansteigend, 2 oder 3 größere bisweilen unsymmetrisch gestellt, zwischen ihnen 3—8 kleinere in gleichen Zwischenräumen. Rand deutlich, scharf begrenzt. — 2 fossile Arten, z. B. *I. mirificus* Rattr. (Fig. 123). Oamaru.

53. **Glyphodiscus** Grev. Schalen abgerundet, 4eckig bis kreisrund. Centrale Area structurlos, umgeben von radialstrahliger Structur, von der ebenfalls radialstrahligen Randzone durch eine structurlose Zone getrennt. 4 oder mehr Fortsätze in der Randzone, wie bei *Auliscus*. Benachbarte Strahlen der Randzone radiär zu den Fortsätzen.

3 fossile Arten, z. B. *G. stellatus* Grev., *G. bipunctatus* A. Schm. (Fig. 124). Oamaru.

54. **Monopsis** Grove et Sturt. Zellen discusförmig. Schalen kreisförmig, mit einem excentrisch gelagerten, stumpfen, abgeplatteten Augenfortsatz, Oberfläche allmählich zu dem Fortsatz ansteigend; ohne Centralhof, punktiert, streifig, bereift, auch federfahnenartige Streifensysteme bildend. Streifen fein, vom Höcker bis zum Rand ausstrahlend, in der Randzone weniger deutlich; kleine Stacheln über die Oberfläche zerstreut oder am inneren Rande der Randzone zusammengedrängt.

1 Art, *M. mammosa* Grove et Sturt. (Fig. 125), fossil von Oamaru.

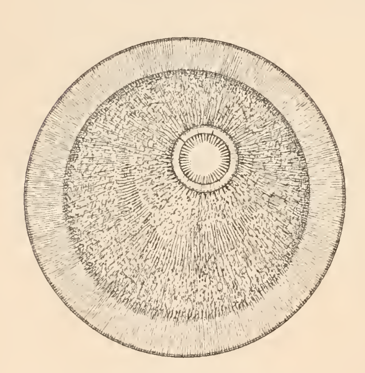


Fig. 125. *Monopsis mammosa* Grove et Sturt. (Nach A. Schmidt.)

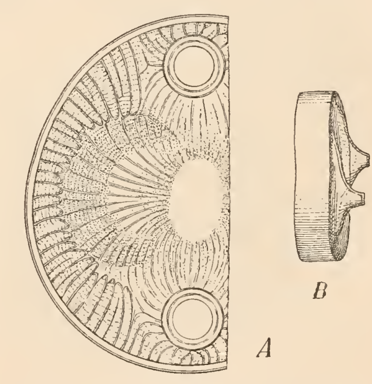


Fig. 126. *A Auliscus* (*Euauliscus*) *Rhipis* A. Schm., Schalenansicht. — *B A. Clevei* Grun., Gürtelansicht (1/2 Zelle).

55. **Auliscus** Ehrenb. (*Mastodiscus* Bail.) Zellen flach discusförmig. Schalen kreisförmig bis rund-elliptisch, selten stumpfeckig. Schalendeckel im ganzen flach, stellenweise zu kurzen Fortsätzen sich erhebend; Structur bisweilen zu Streifensystemen geordnet. Fortsätze 2, selten 1 oder 3—4, niedrig, hügelartig, auf der Spitze plateauartig abgestumpft. Plateau hyalin, mit schmalem Rand, kreisförmig (sogen. Auge). Augen meist groß und mit Ring, nicht unmittelbar am Rand, aber dem Rand mehr oder

weniger genähert, bisweilen dem Centrum genähert. Verbindungslinie der Augen meist in spitzem Winkel zur großen Achse der Schalenellipse.

Untergatt. I. *Euauliscus* A. Schm. Structur der Schale verschieden, fein granuliert bis bereift, meist fein, zu fächerartigen Streifensystemen geordnet. In der Schalenmitte eine structurfreie Area. Augen meist 2, selten (1 oder) 3—4. — 102 Arten, marin und fossil. *A. Rhipis* A. Schm., *A. Clevei* Grun. (Fig. 126 *A, B*).

Untergatt. II. *Pseudoauliscus* Leud.-Fortm. Oberfläche eben oder mit erhabener Zone außerhalb der Fortsätze. Keine oder kleine sculpturlose, centrale Area. Structur: Punktierung, Areolierung meist in Streifenserien geordnet oder ungeordnet. Streifen unauffällig. Kleine Dornen über die ganze Oberfläche zerstreut, oder auf den Rand beschränkt. Rand schmal, hyalin oder gestreift. 2—5 (oder mehr) Fortsätze mit kreisförmiger oder elliptischer Kopffläche, bis an den Saum gestreift.

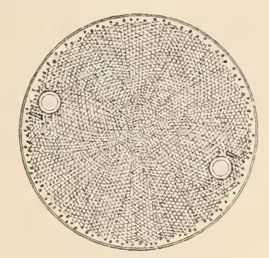


Fig. 127. *Auliscus* (*Pseudoauliscus*) *peruvianus* (Grev.) Rattray. (Nach A. Schmidt.)

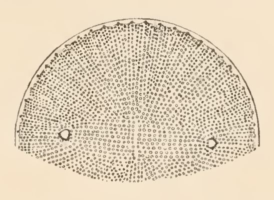


Fig. 128. *Auliscus* (*Fenestrella*) *barbadensis* Grev. (Nach Greville.)

Sect. I. *Pseudoauliscus* Leud.-Fortm. Hyaliner Centralhof (centrale Area) fehlt. Fortsätze 2—5, dem Rande genähert. — 26 Arten, marin, meist fossil. *A. peruvianus* Grev. (Fig. 127) im Peruguano, mit 2 Augen; *A. Petitii* Grev. im indischen Ocean, mit 3 Augen; *A. nebulosus* Grev. im Pacifik, mit 4 Augen; *A. ornatus* Grev., fossil, von Barbados, mit 5 Augen.

Sect. II. *Fenestrella* Grev. Oberfläche leicht convex; am Rande kleine, halbkreisförmige, hyaline Höfe. Augen 2. Centrale Area klein, verlängert. Structur granuliert in parallelen Streifen zwischen Centralarea und Augen, im übrigen bündelweis in Streifen radial — 2 Arten fossil. *A. barbadensis* (Grev.) F. S. (Fig. 129).

Sect. III. *Pseudocerataulus* Pant. Schalen elliptisch bis abgerundet. 2 Buckel wenig erhaben oder ganz unbedeutend, nackt oder mit strahlenden Punktreihen besetzt. Structur rauh, punktiert, selten stachelig. — 3 fossile Arten. *A. Kinkerii* (Pant.) F. S. (Fig. 128).

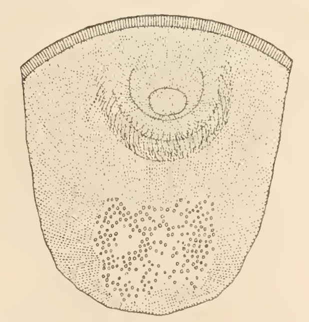


Fig. 129. *Auliscus* (*Pseudocerataulus*) *Kinkerii* (Pant.) (600/1). (Nach Pantocsek.)

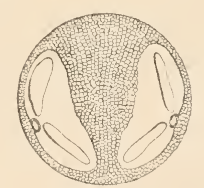


Fig. 130. *Bergonia barbadensis* Temp. (300/1). (Nach Van Heurck.)

56. **Bergonia** Temp. Schale fast kreisrund, schwach convex, mit 2 großen, excentrischen, bohnenförmigen, im spitzen Winkel zu einander geneigten Höfen, deren convexer Rand dem Schalenrand parallel läuft. Jeder Hof im Mittelteil mit einem kleinen

Auge und 2 durch Verdickung der inneren Schalenschicht gebildeten, zwischen Auge und Hofende gelagerten Streifen. Die von den Höfen nicht eingenommene Schalenoberfläche geperlt. Perlengröße von innen nach außen abnehmend.

1 fossile Art, *B. barbadensis* Temp. (Fig. 130).

A. I. 3. d. Discoideae-Eupodisceae-Tabulininae.

Zellen büchsenförmig, kürzer oder wenig länger als breit und dick, von elliptischem bis stumpf 4eckigem Querschnitt, mit sehr kurzen, buckelartigen Auswüchsen; ohne Augen, doch bisweilen mit augen- oder zitzen- oder klauenähnlichen Flecken oder Membrananhängen an den Buckelenden. Schalen flach, Oberfläche mit Falten, die gewundene Thäler bilden.

A. Schalen mit 4 diagonal randständigen, abgerundeten Höckern . . . . **57. Tabulina.**
B. Schale mit flächenständigen, gestreckten Hügeln (2 Transversal- und 1 Sagittalhügel) **58. Cheloniodiscus.**

57. **Tabulina** Brun. Schalen flach, tafelartig, mehr oder weniger 4eckig; Oberfläche mit hyalinen, radialen und transversalen Canälen. Höcker 4, abgerundet, gestreift. Gürtelansicht geradlinig.

1 fossile Art, *T. testudo* Brun. (Fig. 131).

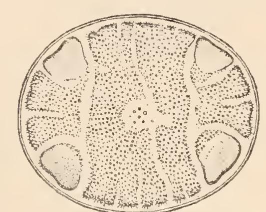


Fig. 131. *Tabulina testudo* Brun. (400/1). (Nach Brun.)

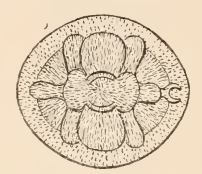


Fig. 132. *Cheloniodiscus ananiensis* Pant. (300/1). (Nach Pantocsek.)

58. **Cheloniodiscus** Pant. Schalenansicht fast kreisförmig, convex. Schalen ungleich; Schalen schwach-flammig gestreift, obere mit dicken, nach dem Rand auslaufenden, nach der Mitte zusammenfließenden Hügeln; ein Hügel sagittal gestreckt, am höchsten Pol halbmondförmig eingeschnitten, und 2 transversal verlaufende Hügel.

1 fossile Art, *Ch. ananiensis* Pant. (Fig. 132).

A. II. 4. a. Solenioideae-Solenieae-Lauderiinae.

Zellen gestreckt cylindrisch, Ketten bildend. Schalen kreisförmig oder rund elliptisch, apolar, ohne Auswüchse, Hörner oder Knoten, bisweilen mit Dornen oder Stacheln. Gürtel meist geringelt durch zahlreiche, geschlossen ringförmige oder offen ringförmige, oder gebrochen ringförmige, gestreckte Zwischenbänder, selten ohne Ringelung. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen. Typische Planktonformen.

A. Schale mit Dornen oder Stacheln.
  a. Schale mit langen Dornen . . . . **59. Corethron.**
  b. Schale mit kleinen Stacheln . . . . **60. Lauderia.**
B. Schale ohne Dornen und Stacheln.
  a. Membran kräftig, structuriert. Zwischenbänder gestreckt schuppenförmig, zu gebrochenen Ringen zusammengebogen . . . . **61. Dactyliosolen.**
  b. Membran zart, schwach verkieselt, hyalin. Gürtel ohne Ringstreifung **62. Leptocylindrus.**

59. **Corethron** Castr. Zellen lang cylindrisch. Schalen gewölbt. Rand mit Kranz von langen Dornen. Dornen beider Schalen nach derselben Seite umgeschlagen, schräg längs verlaufend.

Sect. I. *Eucorethron* F. S. Cylindermembran einfach (ohne Zwischenbänder), weich. Dornen glatt, dünn, fadenförmig. — *C. criophilum* Castr. (Fig. 133 *A*).

Sect. II. *Scoparius* F. S. Cylindermembran mit Ringen. Zwischenbänder compact, Dornen compact, bestachelt, durchbohrt. Vermittelt den Übergang der *Solenieae* einerseits zu den *Actinodisceae*, anderseits zu den *Chaetocereae*. — 5 Arten, marin und fossil. — *C. murrayanum* Castr. (Fig. 133 *B*).

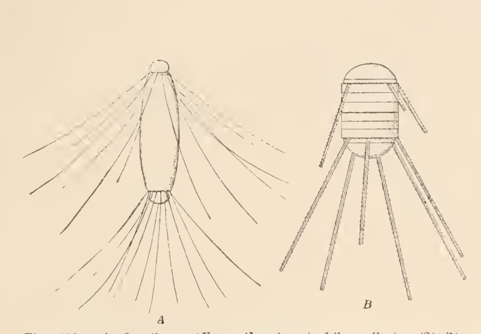


Fig. 133. *A Corethron* (*Eucorethron*) *criophilum* Castr. (200/1). — *B C.* (*Scoparius*) *murrayanum* Castr. (220/1). (Nach Castracane.)

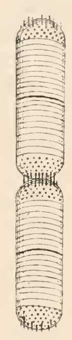


Fig. 134. *Lauderia* (*Eulauderia*) *annulata* Cleve, Kette (385/1). (Nach Castracane.)

60. **Lauderia** Cleve. Zellen cylindrisch, gerade Ketten bildend. Schalen kreisförmig. Deckel gewölbt oder eben, mit zahlreichen feinen Stacheln oder wenigstens am Rande mit Stacheln besetzt. Gürtel reichlich geringelt, von zahlreichen geschlossenen oder offenen, ringförmigen Zwischenbändern herrührend. Zwischenbändersculptur: sehr feine Punkte.

8 marine Arten.

Sect. I. *Eulauderia* F. S. Schalendeckel gewölbt, mit Stacheln besetzt. *L. annulata* Cleve (Fig. 134).

Sect. II. *Detonula* F. S. Schalendeckel flach, ohne Stacheln in der Fläche, mit Stachelkranz am Rande. *L. pumila* Castr. (Fig. 135).

61. **Dactyliosolen** Castr. Zellen gestreckt cylindrisch, gerade Ketten bildend. Gürtelansicht geringelt. Zwischenbänder zahlreich, ohne Septen (nicht geschlossene, seitlich ausgekeilte Ringschuppen). Schuppen zu gebrochenen Ringen zusammengebogen. Schalen eben, kreisförmig, ohne Anhängsel, bisweilen mit punktiertem Rand. Membran stark verkieselt, kräftig; Ringe structuriert. Chromatophoren: kleine Plättchen.

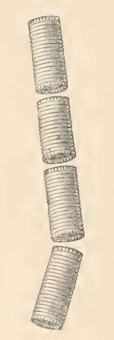


Fig. 135. *Lauderia* (*Detonula*) *pumila* Castr. (440/1). (Nach Castracane.)

Fig. 136. *Dactyliosolen antarcticum* Castr. (375/1). (Nach Castracane.)

3 pelagische Arten. Marin. — *D. antarcticum* Castr. (Fig. 136), weit verbreitet. Atlantischer Ocean. Mittelmeer.

62. **Leptocylindrus** Cleve. Zellen gestreckt cylindrisch. Schalen kreisförmig, kräftig, structurlos; Gürtelband hyalin, ohne Schuppen oder Ringzeichnung.

1 marine Art, *L. danicus* Cleve.

A. II. 4. b. Solenioideae-Solenieae-Rhizosoleniinae.

Zellen sehr lang gestreckt cylindrisch, oft Ketten bildend. Querschnitt kreisförmig bis rund elliptisch. Schale unipolar, meist zu einer Spitze hochgewölbt; Spitze mit Horn oder durchbohrtem Stachel. Selten Schalendeckel eben, mit rudimentärer Spitze. Gürtel mit Schuppenringzeichnung, von zahlreichen, meist rhombisch schuppenförmigen, selten offen ringförmigen Zwischenbändern herrührend. Chromatophoren: zahlreiche kleine, oft längliche Plättchen. Auxosporenbildung: aus einer Zelle entsteht auf ungeschlechtlichem Wege eine Auxospore. Längsachse der primären Zelle der Mutterzelle parallel oder senkrecht dazu.

A. Schale flach. Stachel rudimentär . . . . 63. **Guinardia.**
B. Schale ausgezogen, mit Horn oder Stachel.
  a. Stachel oder Horn excentrisch . . . . 64. **Rhizosolenia.**
  b. Horn central . . . . 65. **Cylindrotheca.**



Fig. 137. *Guinardia flaccida* (Castr.) Perag. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)



Fig. 138. *Guinardia baltica* (Hensen) Schütt. Zelle mit Andeutung des Plasmas (225/1). (Nach Schütt.)

63. **Guinardia** Perag. Zellen gestreckt, cylindrisch, geringelt. Schalen elliptisch, ohne Hörner oder Stacheln, kreisförmig, mit einer seitlichen Erhebung, die in einen rudimentären Stachel endigt. Schalendeckel eben oder concav. Gürtel mit zahlreichen, geschlossen oder gebrochen ringförmigen Zwischenbändern. Chromatophoren: zahlreiche kleine, gelappte Plättchen mit Pyrenoid. Membran schwach verkieselt, zart, beim Trocknen zusammenfallend. Ringe nicht structuriert.

Sect. I. *Euguinardia* F. S. Zellen gerade. — 2 marine, pelagisch lebende Arten. *G. flaccida* (Castr.) Perag. (Fig. 137), *G. Blavyana* Perag.

Sect. II. *Henseniella* F. S. Zellen gebogen, zu schraubenförmigen Ketten verbunden. *G. baltica* (Hensen) Schütt (Fig. 138).

64. **Rhizosolenia** Ehrenb. (*Fusotheca* Reinh.) Zellen lang cylindrisch, Ketten bildend. Ketten tordiert. Zwischenbänder zahlreich, schuppenförmig, seitlich bisweilen fast Scheinringe bildend, auskeilend, ohne Septen. Die Schuppen verschieden, meist in peripherischer Richtung kurz (echte Schuppen), seltener so lang gestreckt, dass sie sich fast



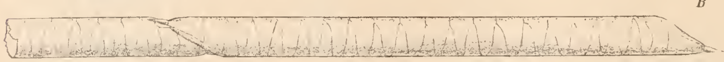


Fig. 139. *Rhizosolenia styliformis* Brightw. *A* Endstück einer Zelle mit schuppenförmigen Zwischenbändern; *B* Stück einer Kette (1½ Zelle). (Vergl. auch Einleitung S. 51 Fig. 61 *A—H*.) (*A* nach O. Müller; *B* nach Schütt.)

auf der anderen Seite berühren (Scheinringe). Schalen unsymmetrisch, tütenförmig, meist mit mehr oder weniger langem, durchbohrtem Stachel, seltener in ein stumpfes,

cylindrisches Horn auslaufend. Spitze excentrisch, schief zur Längsachse; Schale ohne ringförmigen Schalenmantel, schief keilförmig an die Zwischenbänder grenzend. Panzer schwach verkieselt. Kern mit Kernmantel der Gürtelseite meist central angelagert. Chromatophoren: zahlreiche kleine rundliche oder gestreckte Plättchen. Auxosporenbildung ungeschlechtlich. Plasma mit Scheide quillt nach Öffnung des Panzers seitlich oder in der Längsachse als Blase hervor, ohne Gallertausscheidung, diese scheidet die äußere Schale, Gürtel- und Zwischenbänder und die innere Schale aus. Hauptachse der Auxospore teils parallel, teils senkrecht zur Hauptachse der Mutterzelle. Ruhesporen je 2 in einer Zelle, granatenförmig mit gegen einander gekehrten Spitzen.



Fig. 140. *Rhizosolenia setigera* Brightw, Zelle mit Ruhesporen (300/1). (Nach Hensen.)

34 Arten. Marin. Plankton. Ausnahmsweise Süßwasser. *R. alata* Brightw. in der Ostsee, im Hochsommer in ungeheuern Massen. Auxosporenbildung im August; im September findet man fast nur die daraus hervorgehenden dicken Zellen. Von da an nimmt die Dicke der Zellen continuierlich bis zum August des nächsten Jahres ab. Häufig *R. semispina* Hensen. Im Atlantik *R. styliformis* Brightw. (Fig. 139). *R. setigera* Brightw. (Fig. 140).

65. **Cylindrotheca** Rabenh. Zellen nach allen 3 Richtungen symmetrisch, spindelförmig, ohne Nähte und Knoten, mit spiralig umlaufenden und sich kreuzenden Linien mit aufgesetzten Punkten. Chromatophoren: kleine Körner. — Der anatomische Bau der Zelle ist unvollkommen bekannt, die systematische Stellung der Gattung daher unsicher; sie wird vielfach zu den *Nitzschieae* gestellt.

1 Art im Süß- und Brackwasser. *C. gracilis* (Bréb.) Grun. (Fig. 141).



Fig. 141. *Cylindrotheca gracilis* (Bréb.) Grun. (475/1). (Nach Van Heurck.)

A. *B.* Hemicyclicae.

Die Schalen haben centrischen Grundtypus, doch ist dieser meistens gestört (hemicyklisch), indem 2 Radien bevorzugt sind und die Schale dadurch pseudozygomorph wird. Querschnitt polygonal oder häufiger elliptisch oder gestreckt. Schalenstructur ohne Sagittallinie, regellos oder radiär, nicht gefiedert. Häufig mit größeren Auswüchsen (Buckel und Hörner) an den Ecken.

A. III. 5. Biddulphioideae-Chaetocereae.

Zellen büchsenförmig, meist kurz. Schalen elliptisch bis kreisförmig, bi- bis multipolar, ohne Raphe, Central- und Polarknoten, aber mit so viel Hörnern als Polen. Hörner sehr lang, länger als die Zelle, dornförmig, ohne Klaue am Ende, oft mit Stacheln besetzt. Membran structurlos oder sehr schwach structuriert. Zellen mit den Hornwurzeln zu Ketten verwachsen, Verwachsungsstelle klein, punktförmig oder langgestreckt. Hornenden frei. Chromatophoren nach den Arten verschieden, viele Arten mit zahlreichen kleinen Plättchen, andere mit wenigen größeren Plättchen, noch andere mit nur einer großen Platte. Auxosporen: Aus einer Zelle entsteht auf ungeschlechtlichem Wege eine Auxospore. Längsachse der primären Zelle senkrecht zur Mutterzelle. Dauersporen: Dickwandige kurze Büchschen mit 2 gewölbten Schalen, meist bestachelt oder bedornt, zum Teil als eigene Gattungen beschrieben, cf. Anhang.

A. Zelle mit zahlreichen, ring- bis schuppenförmigen Zwischenbändern . **66. Peragallia.**
B. Zelle ohne Zwischenbänder.
  a. Schalen kreisförmig, multipolar, mit vielen Hörnern. . . . . **67. Bacteriastrum.**
  b. Schalen elliptisch, bipolar, mit 2 Hörnern . . . . **68. Chaetoceras.**

66. **Peragallia** Schütt. Zelle gestreckt-cylindrisch. Schale kreisförmig bis rund elliptisch. Gürtel mit zahlreichen, gestreckt schuppenförmigen Zwischenbändern, die, zu halben Ringen zusammengebogen, den Gürtel geringelt erscheinen lassen. Schalen ohne Centralknoten, mit 2 flächenständigen, dem Rand genäherten, compacten, sehr langen, die Zelllänge übertreffenden, bestachelten Hörnern. *P.* hat den Gürtel von *Dactyliosolen* und die Hörner von *Chaetoceras*, ist dadurch Bindeglied zwischen *Chaetocereae* und *Lauderieae*.

1 Art, marin, im Plankton, *P. tropica* Schütt (Fig. 142).

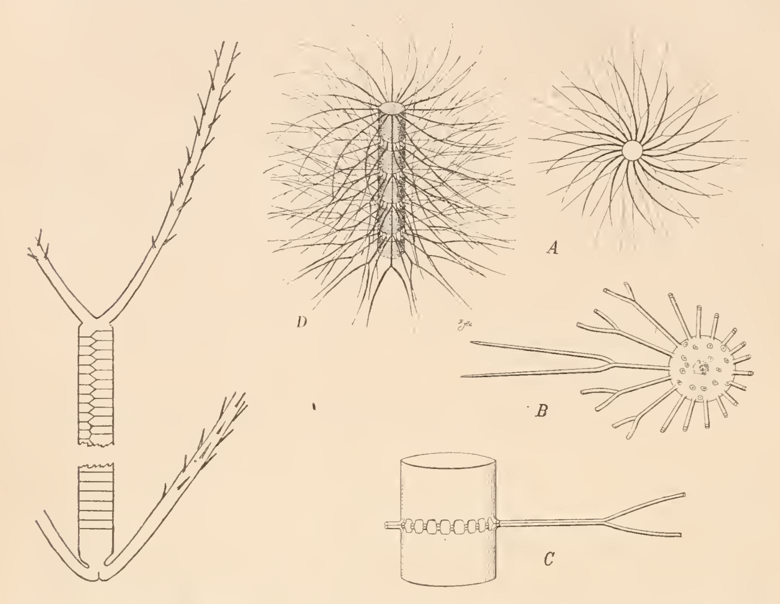


Fig. 142. *Peragallia tropica* Schütt. (Nach Schütt.)

Fig. 143. *Bacteriastrum varians* Lauder. *A* $1^1/_2$ Endzellen einer Kette in Schalenansicht (300/1); *B* $2/_2$ Zellen in Schalenansicht (Hörner abgebrochen); *C* dieselben in Gürtelansicht (900/1); *D* Ende einer Kette (200/1). (*A—C* Original; *D* nach Schütt.)

67. **Bacteriastrum** Schadb. (*Actiniscus* Ehrenb.) Zellen kurz-cylindrisch von kreisförmigem Querschnitt, meist kürzer als breit und dick, mit zahlreichen Hörnern, rein strahlig, nicht bilateral-symmetrisch, Ketten bildend. Hörner am Schalenrand entspringend. Endhörner der Kette isoliert, oft anders gestaltet und gebogen als die Zwischenhörner; Zwischenhörner nach kurzem Längsverlauf in die Querebene umbiegend, je 2 gegenüberstehende, von der Knickung an auf eine lange Strecke hin verwachsen. Hörner häufig mit einem spiraligen Kiel. Chromatophoren: Zahlreiche, kleine, rundliche oder gelappte Plättchen. Dauersporen wie bei *Chaetoceras*. Die Gattung bildet das Bindeglied zwischen *Chaetocereae* und *Actinodisceae* und *Coscinodisceae*.

5 Arten, marin; wichtige Planktongattung. *B. varians* Laud. (Fig. 143). Nordatlantik.

68. **Chaetoceras** Ehrenb. (*Syndendrium* Ehrenb.) Zellen mit 4 langen Hörnern, kürzer oder wenig länger als breit, bilateral symmetrisch nach Querschnitt, Sagittalschnitt, Transversalschnitt. Symmetrie durch Biegung der Hörner und Torsion der Hauptachse gestört. Schalen elliptisch; von jedem Pol entspringt ein langes gebogenes, oft mit Dornen bewehrtes Horn, unmittelbar oder nahe an der Wurzel nach der Seite

umbiegend. Die Zellen bilden Colonien, meist lange gerade, oder einfach, oder schraubenförmig gebogene Ketten, indem sie mittelst einer, meist sehr kleinen Stelle der Hornwurzeln mit einander verwachsen. Gürtelbänder sehr zart, schwach verkieselt. Chromatophoren bei den verschiedenen Species verschieden, bei der einen zahlreiche kleine, rundliche Plättchen, bei der anderen mehrere größere Platten, 2 große Platten oder eine große Platte, dem Gürtelband anliegend oder einer, oder beiden Schalen anliegend. Auxosporenbildung ungeschlechtlich; aus einer Zelle entsteht eine Auxospore; Wachstumsachse senkrecht zur Mutterzelle. Dauersporen: In jeder Zelle eine büchsenförmige, 2schalige, dickwandige Spore. Schalen ungleich geformt, meist (ungleich) bestachelt. Stacheln einfach oder verzweigt.

46 Arten, marin und im Plankton; mit *Rhizosolenia* wichtigste Planktonpflanzen, zeitweise wuchernd und dann das Plankton beherrschend. *Ch. boreale* Bail., *Ch. protuberans* Lauder (Fig. 144 *A—C*).

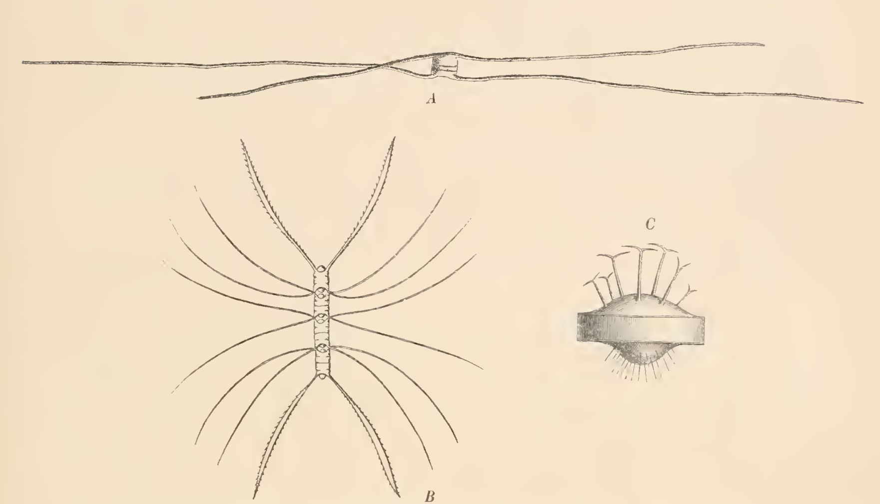


Fig. 144. *A Chaetoceras boreale* Bail., Zelle von der Gürtelseite (250/1). — *B Ch. protuberans* Laud. (200/1). — *C* Ruhespore von *Chaetoceras*, beschrieben als *Syndendrium diadema* Ehrenb. (750/1). (*A* nach Schütt; *B* nach Lauder; *C* nach Brightwell.)

A. III. 6. **Biddulphioideae-Biddulphieae.**

Zellen kurz oder gestreckt büchsenförmig, kürzer oder wenig länger als breit und tief. Schale von cylindrischem Grundtypus, mit 1, 2 oder mehr durch Buckel oder Ecken ausgezeichneten Polen. Querschnitt daher kreisförmig, viel-, 4-, 3-, 2eckig (d. h. elliptisch). Bei elliptischem Querschnitt Schale pseudozygomorph, d. h. zu den 2 Längsschnitten symmetrisch, aber ohne Raphe, Pseudoraphe oder Fiederstructur. Buckel zuweilen zu Hörnchen ausgezogen, die aber relativ kurz bleiben. Schale bisweilen mit transversalen Thälern oder Falten, ohne eigentliche innere Septen. Gürtel mit oder meist ohne Zwischenbänder.

A. Schalen mit Buckeln oder Hörnern. Hörner ohne Klauen.
  a. Schalen bipolar, mit 2 kurzen Buckeln oder Hörnern. Panzer schwach verkieselt, fast structurlos, mit zahlreichen Zwischenbändern . . . . **a. Eucampiinae.**
  b. Schalen tri- bis multipolar, stumpf 3- bis vieleckig, jede Ecke mit Buckel **b. Triceratiinae.**
  c. Schalen bipolar, kräftig, jeder Pol mit Buckel oder Hörnchen . . **c. Biddulphiinae.**

d. Schalen unipolar, mit je 1 Buckel, Schalen verschieden . . . . . **d. Isthmiinae.**
B. Schale meist mit kurzen Hörnchen. Jedes Hörnchen am Ende mit Zahn oder Klaue. Zellen mit den Hornenden zu Ketten verbunden, durch die Klauen verzapft **e. Hemiaulinae.**

A. III. 6. a. Biddulphioideae-Biddulphieae-Eucampiinae.

Zellen kurz, pseudozygomorph, ohne Raphe und Pseudoraphe, mit Centralknoten. Pole mit Auswuchs, dieser flach buckelförmig bis hornartig gestreckt, ohne Endstachel oder Klaue. Membran sehr schwach verkieselt, oft fast kieselfrei, Zelle daher beim Eintrocknen oft zusammenfallend. Gürtel oft mit zahlreichen ringförmigen Zwischenbändern. Zellen meist mit den Enden der Polarfortsätze zu geraden oder schraubigen Ketten verwachsen. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

Die *Eucampiinae* sind Planktonpflanzen, die sich im allgemeinen durch schwach verkieselte, zarte Membranen auszeichnen. Sie bilden nach verschiedenen Richtungen hin Übergänge zu anderen Sippen: die meist bipolaren Buckelschalen verbinden sie mit den *Biddulphiinae*; im Aufbau sind sie *Biddulphia* und *Triceratium* sehr ähnlich. Der centrale Knoten der Schalen weist nach den *Raphideae* hin, die Zwischenbänder nähern sie einerseits den *Meridioneae*, anderseits den *Lauderieae*.

A. Zellen länger als tief; Pole mit gestreckten Fortsätzen (d. h. Hörnern oder Dornen), Gürtel mit zahlreichen Zwischenbändern.
  I. Polarfortsätze borstenförmig auswärts gerichtet . . . . **69. Attheya.**
  II. Polarfortsätze längs gerichtet, mit ihren Enden verwachsen, dadurch Schraubenketten bildend . . . . **70. Moelleria.**
B. Zellen kürzer als tief; Pole mit kurzen Buckeln.
  I. Zellen z. T. fast so hoch als tief. Ein Buckel jeder Schale stärker. Zellen Schraubenketten bildend . . . . **71. Eucampia.**
  II. Zellen sehr kurz. Alle Buckel der Schale gleich. Zelle gerade Ketten bildend **72. Climacodium.**

69. **Attheya** West. Zellen mit zahlreichen, gebrochen ringförmigen Zwischenbändern. Schalen elliptisch-lanzettlich, mit centralem Knoten. Jeder Pol mit einer Borste (Stachel oder Horn?). Ketten bildend. Die Gattung bildet den Übergang von den *Biddulphieae* zu den *Solenieae* einerseits und zu den *Chaetocereae* andererseits.

3 Arten, marin. *A. decora* West. (Fig. 145).

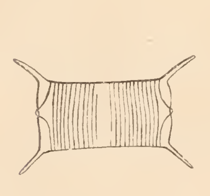


Fig. 145. *Attheya decora* West. (Nach Peragallo.)

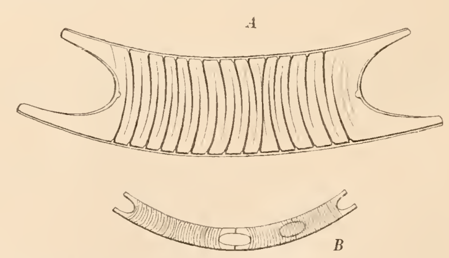


Fig. 146. *Moelleria cornuta* Cleve. *A* Gürtelseite (500/1); *B* Stück einer Kette (225/1). (*A* nach Cleve; *B* nach Castracane.)

70. **Moelleria** Cleve. Zellen zu spiraligen Ketten verbunden. Schalen unter spitzem Winkel gegeneinander geneigt, in Schalenansicht oval, mit centralem falschem Knoten, Pole zu 2 ungleichen Buckeln ausgewachsen. Gürtelseite mit zahlreichen Ringstreifen, von Zwischenbändern herrührend. Bildet den Übergang von *Eucampia* zu *Chaetoceras*.

2 marine Arten, z. B. *M. cornuta* Cleve (Fig. 146).

71. **Eucampia** Ehrenb. Schalen elliptisch, mit den Sagittalachsen keilartig gegeneinander geneigt, an den Polen eben oder gebuckelt, bis gehörnt. Gürtelseite meist mit Querstreifen (von Zwischenbändern herrührend?) Gürtelachse etwas tordiert. Zellen mit der ganzen Schalenfläche oder den Polbuckeln aneinander haftend, dadurch schraubenförmige Ketten bildend. Zwischen den Zellen bleibt meist in Gürtelansicht eine ovale bis lineale Lücke (Fensterchen). Panzer schwach verkieselt. Schalen punktiert-areoliert.

5 Arten, marin und fossil, z. B. *E. zodiacus* Ehrenb. (Fig. 147 *B*) in Nordsee und Nordatlantik. *E. cornuta* (Cleve) Grun. (Fig. 147 *A*).

72. **Climacodium** Grun. Panzer sehr schwach verkieselt, sehr glatt, an den Polen zu Buckelstumpfen erhoben. Mit den Buckelenden zu langen, geraden, gefensterten Ketten verbunden. Zellen ohne Zwischenbänder.

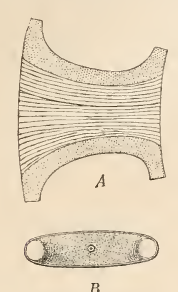


Fig. 147. *Eucampia cornuta* (Cleve) Grun. *A* Gürtelansicht (140/1). — *B E. zodiacus* Ehrenb., Schalenansicht (900/1). (*A* nach Castracane; *B* nach Van Heurck.)

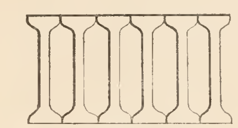


Fig. 148. *Climacodium Frauenfeldianum* Grun., Kette (100/1). (Nach Van Heurck.)

1 marine Art, *C. Frauenfeldianum* Grun. (Fig. 148).

A. III. 6. b. Biddulphioideae-Biddulphieae-Triceratiinae.

Zellen cylindrisch oder prismatisch. Schalen tri- bis multipolar mit 3 bis vielen Ecken und Buckeln. Buckel meist abgerundet, ohne Klaue am Ende. Panzer meist kräftig structuriert, selten hyalin, unvollkommen verkieselt. Häufig mit ring- oder schuppenförmigen Zwischenbändern, selten Schale mit mittlerem Horn. Zellen an den Ecken oft durch Gallertpolster zu Ketten vereinigt.

A. Panzer unvollkommen verkieselt. Structur schwach bis fehlend.
  I. Gürtel ohne Zwischenbänder; Zelle niedrig . . . . 73. **Bellerochea.**
  II. Gürtel mit vielen Schuppenzwischenbändern. Zelle hoch.
    1. Schale mit centralem Horn . . . . 74. **Ditylium.**
    2. Schale ohne centrales Horn . . . . 75. **Lithodesmium.**
B. Panzer verkieselt, stark structuriert.
  I. Schalenfläche mit eigenartiger, ein Dreieck darstellender Zeichnung . 76. **Entogonia.**
  II. Schalenfläche ohne diese Zeichnung . . . . 77. **Triceratium.**

73. **Bellerochea** Van Heurck. Panzer kaum verkieselt. Zellen zu langen, geraden Ketten vereinigt, elliptische Öffnungen zwischen sich lassend. Schale dreieckig oder viereckig, an den Seiten wellig, ungleich tief ausgehöhlt, an den Ecken zu einem schwachen Fortsatz erhoben.

1 Art, marin, *B. malleus* (Brightw.) Van Heurck (Fig. 149) im Nordatlantik.

74. **Ditylium** Bail. (*Grymia* Bail., *Ditylum* Bail.) Zelle cylindrisch bis prismatisch mit 2 Hörnern. Schale drei- bis mehreckig, Seiten undulierend, radial-strahlig punktiert, im Centrum mit einem langen, am Ende offenen Horn. Schalendeckel oft mit drei- bis vieleckigem Stachelhörnchenkranz. Ringfläche (bisweilen oder immer?) mit unregelmäßigen Querlinien (durch seitlich auskeilend-schuppenförmige Zwischenbänder erzeugt?). Systematische Stellung zweifelhaft.

3 Arten, marin. *D. Brightwellii* (West.) Grun. (Fig. 150 *A*), oceanisch, weit verbreitet mit Hörnchenkranz am Schalenrand. *D. sol* Van Heurck (Fig. 150 *B*). Pacif. Ocean.

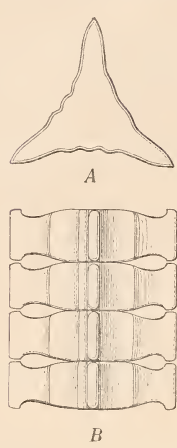


Fig. 149. *Bellerochea malleus* (Brightw.) Van Heurck. *A* Schalenansicht; *B* Kette in Gürtelansicht. (Nach Brightwell.)

Fig. 150. *A Ditylium Brightwellii* (West.) Grun., Schalenansicht. — *B D. sol* Van Heurck, Gürtelansicht (175/1). (Nach Van Heurck.)

75. **Lithodesmium** Ehrenb. Zellen unvollkommen verkieselt. Durch eine Cellulosemembran zu langen Ketten vereinigt. Schalenansicht 3eckig. Ecken mit starkem Stachel. Gürtelansicht mit unregelmäßigem Querstreifen (-Zwischenbänder, kurz, breit, schuppenförmig, seitlich auskeilend?)

6 Arten, marin und fossil, z. B. *L. undulatum* Ehrenb. (Fig. 151).

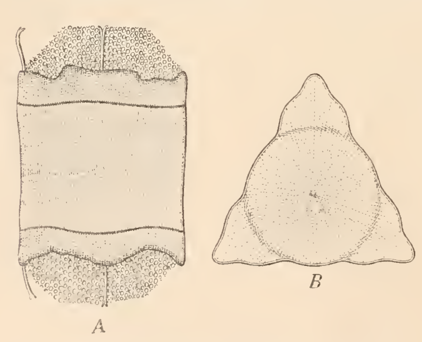


Fig. 151. *Lithodesmium undulatum* Ehrenb. *A* Gürtelansicht; *B* Schalenansicht (900/1). (Nach Van Heurck.)

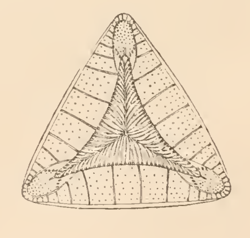


Fig. 152. *Entogonia pulcherrima* Grev., Schalenansicht. (Nach Greville.)

76. **Entogonia** Grev. (*Heibergia* Grev.) Schale 2—5-, meist 3eckig; mit zahlreichen unvollständigen Längssepten, die auf dem Schalendeckel eine Dreieckszeichnung bewirken, mit radialen Rippen des Randteils, sonst wie *Triceratium*.

21 Arten, fossil, z. B. *E. pulcherrima* Grev. (Fig. 152).

77. Triceratium Ehrenb. (*Hydrosera* Wall., *Lampriscus* Grun., *Lamprotediscus* Pant., *Polyceratium* Cast., *Pseudocoscinodiscus* Grun., *Pseudostictodiscus* Grun., *Trigonium* Cleve). Zellen frei oder angeheftet. Gürtelansicht rechteckig. Gürtelquerschnitt kreisförmig bis polygonal. Schalenansicht 3-, bis vieleckig. Ecken mehr oder weniger ausgezogen, buckelig, ohne Stacheln oder Klauen. Schalendeckel ohne Dreieckszeichnung.

455 Arten, fast alle marin und fossil.

Untergatt. I. *Eutriceratium* De Toni. 360 Arten; Schalenansicht 3eckig. — *T. favus* Ehrenb., bekannteste Form mit kräftiger Schalenstructur. *T. distinctum* Janisch, *T. Biddulphia* Heib. (Fig. 153 *A*, *B*).

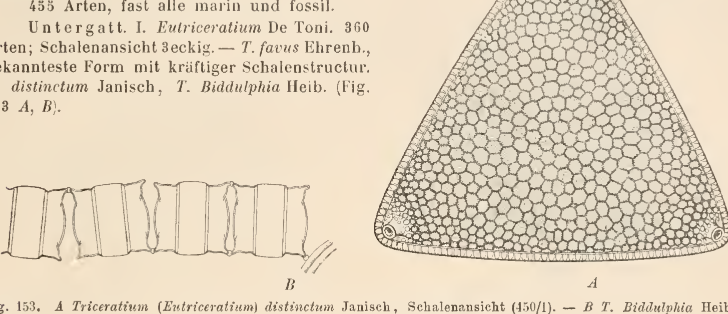


Fig. 153. *A Triceratium* (*Eutriceratium*) *distinctum* Janisch, Schalenansicht (450/1). — *B T. Biddulphia* Heib., Kette. (*A* nach A. Schmidt; *B* nach Heiberg.)

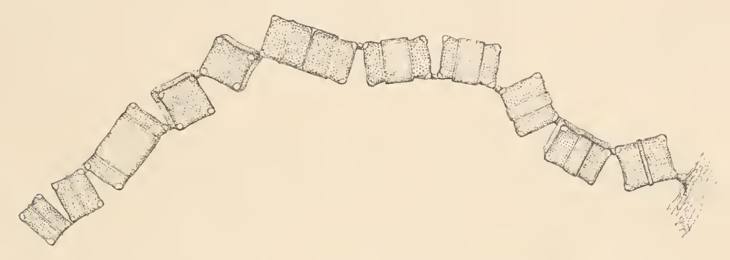


Fig. 154. *Triceratium* (*Amphitetras*) *antediluvianum* Ehrenb., Kette (100/1). (Nach W. Smith.)

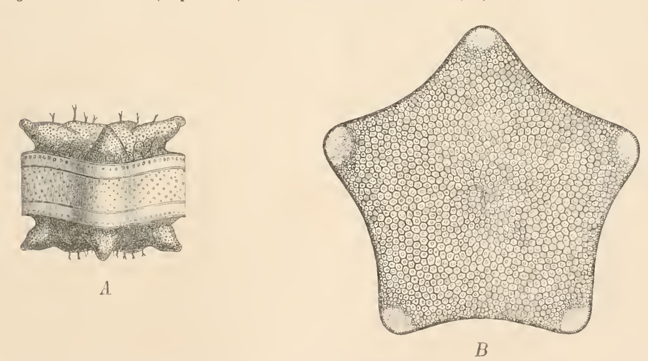
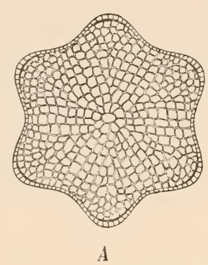


Fig. 155. *A Triceratium* (*Amphipentas*) *alternans* Ehrenb., Gürtelansicht. — *B T.* (*Amphipentas*) *quinquelobatum* (Grev.) De Toni. (*A* nach Wallich; *B* nach A. Schmidt.)

Untergatt. II. *Amphitetras* Ehrenb. Zelle ist ein Würfel oder vierseitiges Prisma. Schalenansicht: Viereck; Ecken gebuckelt-gehörnt. Schalenstructur: areoliert bis punktiert areoliert. Gürtelband weitläufig areoliert. Zellen mit je 2 Diagonalecken durch Gallertpolster zu Ketten verbunden. Grenze gegen *Eutriceratium* unsicher und wenig natürlich. — 70 Arten, marin und fossil; *T. antediluvianum* (Ehrenb.) Grun. (Fig. 154), oceanisch, kosmopolitisch.

Untergatt. III. *Amphipentas* Ehrenb. Wie *Amphitetras*, doch Schalenansicht: Fünfeck. Ecken gebuckelt-gehörnt. Gürtelband punktiert. Schale areoliert. Grenze gegen *Eutriceratium* unsicher. — 16 Arten, marin und fossil; *T. alternans* Ehrenb. (Fig. 155 *A*) im Mittelmeer und Atlantik. *T. quinquelobatum* (Grev.) De Toni (Fig. 155 *B*).



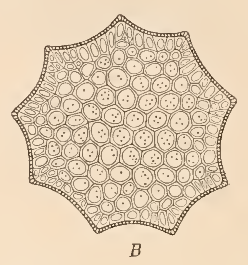


Fig. 156. *A Triceratium* (*Nothoceratium*) *reticulatum* Grev., Schalenansicht. — *B T.* (*Noth.*) *insutum* Castr., Schalenansicht (195/1). (*A* nach Greville; *B* nach Castracane.)

Untergatt. IV. *Nothoceratium* De Toni. (*Grovea* A. Schm.) Schalen 6- bis mehreckig, sonst wie *Triceratium*. Bindeglied zu den *Eupodisceae*. — 9 Arten, marin und fossil; *T. reticulatum* Grev., *T. insutum* Castr. (Fig. 156 *A*, *B*).

A. III. 6. c. Biddulphioideae-Biddulphieae-Biddulphiinae.

Zellen büchsenförmig mit elliptischem Querschnitt. Schalen pseudozygomorph, mit 2, meist rundlichen Buckeln an dem Schalenrand. Buckel ohne Klauen. Buckel bisweilen auf stumpfe Ecken reduciert. Bisweilen daneben 2 oder mehr Stacheln oder stachelähnliche Auswüchse. Panzer meist stark structuriert. Schalenoberfläche bisweilen mit tiefen, transversalen Thälern. Zellen mit den Buckeln oft mittelst Gallertpolster zu geraden oder Zickzackketten verbunden. Chromatophoren: zahlreiche kleine Plättchen.

A. Buckeln entwickelt, bisweilen kurz, kräftig, hornartig . . . . . . **78. Biddulphia.**
B. Buckeln reduciert oder ganz fehlend, mit dünneren Hörnchen.
  I. Pole mit je 1 Stachel oder Fadenhörnchen ohne Endverbreiterung **79. Zygoceros.**
  II. Schale mit 2 diagonal gestellten, schlanken Hörnchen mit Endverbreiterung **80. Kittonia.**
  III. Buckel flach kreisförmig, diagonal seitlich an den Schalenenden . . . **81. Huttonia.**
  IV. Buckel 2 niedrige mediane Randhügel. Schalencentrum genabelt . . . **82. Grayia.**

78. **Biddulphia** Gray (*Insilella* Ehrenb.). Zellen büchsenförmig. Querschnitt elliptisch bis fast kreisförmig. Schalen meist kräftig gewölbt, bipolar, jeder Pol mit einem stumpfen Buckel oder einem kurzen, kräftigen Horn. Hörner rund endigend oder stumpf abgeschnitten. Schalen häufig mit einzelnen kräftigen Stacheln, mehr oder minder diagonal zu den Buckeln. Zellen frei oder mit allen Hörnern zu geraden Ketten, oder mit je einem Horn jeder Schale mittelst Gallertpolster zu Zickzackketten verbunden. Membran stark verkieselt, auch in Gürtelansicht kräftig structuriert.

Sect. I. *Eubiddulphia* Gray. Zellen mit kräftigen, dicken, rundlich endigenden, bis zum Scheitel punktierten Hörnern. Schale mit transversalen Rippen oder Falten. — 44 Arten, marin und fossil; *B. pulchella* Gray (Fig. 157), im Atlantik verbreitet.

Sect. II. *Odontella* Ag. (*Cerataulus* Ehrenb., *Denticella* Ehrenb., *Pleurosira* Menegh., *Ploiaria* Pant.) Zellen mit 4 kurzen, stumpfen Hörnern. Schalenansicht gestreckt elliptisch (Subsect. I. *Denticella* Ehrenb.) bis kreisförmig (Subsect. II. *Cerataulus* Ehrenb.), ohne Transversalrippen. Hörner stumpf abgeschnitten, von ähnlicher Oberflächenstructur wie die

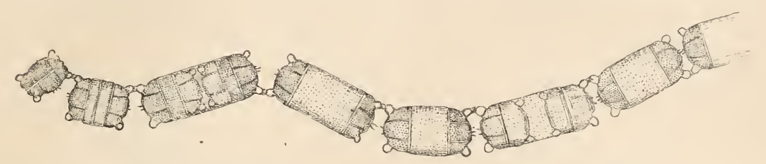


Fig. 157. *Biddulphia* (*Eubiddulphia*) *pulchella* Gray, Kette (100/1). (Nach W. Smith.)

Schalenfläche. Schale meist 2 bis mehr Stacheln, oft diagonal zu den Hörnern, dem Centrum genähert oder entfernt. — 81 Arten, marin und fossil; z. B. *B. aurita* (Lyngb.) Bréb. (Fig. 158) im Atlantik; *B. Smithii* (Rop.) van Heurck in der Nordsee und dem Atlantik.

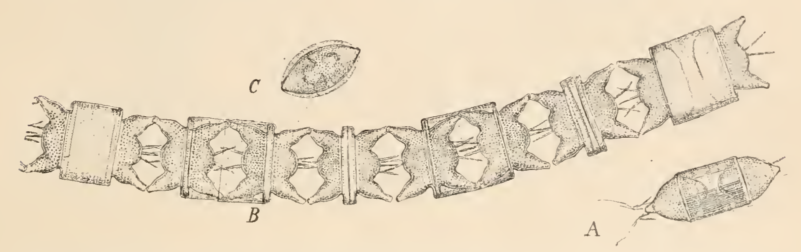


Fig. 158. *Biddulphia* (*Odontella*) *aurita* (Lyngb.) Bréb. *A* Zelle nach der Teilung; *B* Kettenbildung; *C* Schalenansicht (400/1). (Nach W. Smith.)

79. **Zygoceros** Ehrenb. Zellen *Biddulphia*-ähnlich, doch die Buckeln reduciert, bisweilen durch Ecken markiert. An den Polen je ein stachelartiges oder fadenartiges Hörnchen, Schale mit oder ohne stachelbesetzten Kiel.

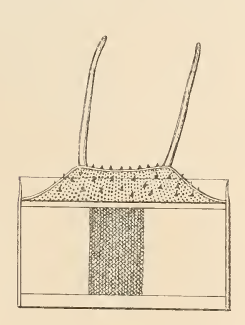


Fig. 159. *Zygoceros circinum* Bail. (Nach Van Heurck.)

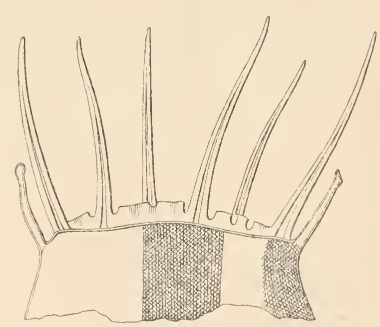


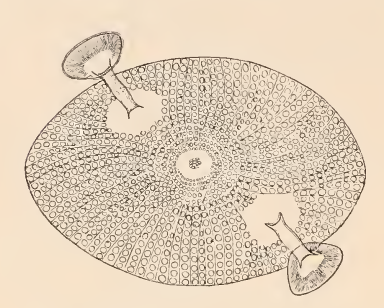
Fig. 160. *Zygoceros* (*Odontotropis*) *longispina* Grun. Schalenfragment von der Gürtelseite (900/1). (Nach Van Heurck.)

Sect. I. *Euzygoceros* (Ehrenb.) Grun. Buckeln zu stumpfen Ecken reduciert, mit langen Stacheln oder kurzen, stachelartigen oder fadenartigen Hörnern an den Polen, ohne stachelbesetzten Kiel. — 10 Arten, marin und fossil; *Z. circinum* Bail. (Fig. 159), fossil.

Sect. II. *Odontotropis* Grun. Schale mit 2 kurzen, fadenartig dünnen Hörnern, die durch einen glatten oder gezähnten, mit langen Stacheln besetzten Kiel verbunden sind. — 7 Arten, fossil; z. B. *Z. cristatum* (Grun.), fossil; *Z. longispinum* (Grun.) (Fig. 160).

80. **Kittonia** Grove et Sturt. Schalen elliptisch, *Biddulphia*-ähnlich; mit gestielten Fortsätzen, diese plötzlich endigend in knoten-, scheiben-, becherförmige Verbreiterung. Oberfläche cellulos, aber ohne Endkrallen oder -haken.

3 Arten, fossil; z. B. *K. elaborata* Grove et Sturt (Fig. 161) in Neuseeland.



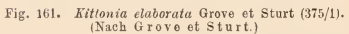


Fig. 161. *Kittonia elaborata* Grove et Sturt (375/1). (Nach Grove et Sturt.)

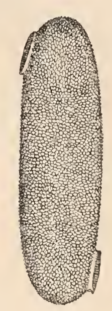


Fig. 162. *Huttonia alternans* Grove et Sturt, Schalenansicht (500/1). (Nach Grove et Sturt.)

81. **Huttonia** Grove et Sturt. Schale *Biddulphia*-artig, mit 2 alternierend seitlich von den Enden sitzenden, augenartigen Buckeln (Ocellis).

4 Arten, marin und fossil; *H. alternans* Grove et Sturt (Fig. 162).

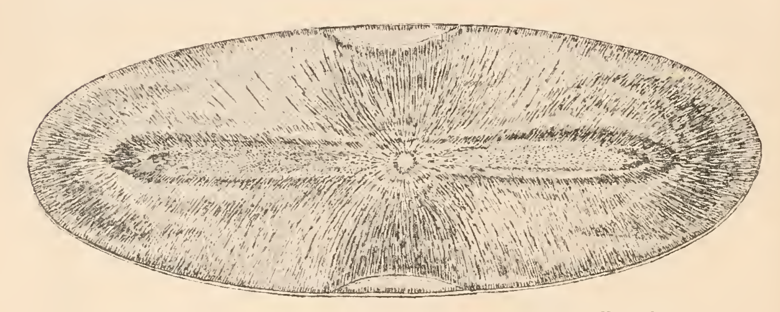


Fig. 163. *Grayia Argonauta* Brun. et Grove, Schalenansicht. (Nach Van Heurck.)

82. **Grayia** Brun. et Grove. Zellen zu kurzen Ketten verbunden. Schale breitelliptisch mit buckelartig gewölbtem Mittelteil. Centrum genabelt, oft mit einem kleinen, linearen bis fast rhombischen Hof. Streifung zart, fein punktiert, am Nabel ausstrahlend. Gürtelansicht zeigt undulierte Schalen, deren Rand und Mitte erhaben. Gürtelband fein punktiert.

1 fossile Art, *G. Argonauta* Br. et Gr. (Fig. 163).

A. III. 6. d. Biddulphioideae-Biddulphieae-Isthmiinae.

Zellen büchsenförmig, etwas länger als breit, von elliptischem Querschnitt. Schalen sehr ungleich, jede mit einem polaren, stumpfen Buckel, von denen der eine höher als

der andere. Gürtelband kräftig structuriert. Zellen am spitzen Buckel mittelst Gallertpolster festgeheftet, bäumchenartige Colonien bildend.



83. **Isthmia** Ag. (*Isthmiella* Cleve). Zelle meist länger als dick und breit. Sagittalschnitt meist nach Längs- und Transversalachse unsymmetrisch, trapezförmig. Schale elliptisch. Schalen ungleich, jede mit einem Buckel. Buckel auf der Medianlinie, in breiter Gürtelansicht an derselben Seite, ungleich hoch und ungleich stumpf. Structur von Schale und Gürtelband grob areolär. Schalen gerippt (*Eu-Isthmia*), oder nicht gerippt (*Isthmiella* Cleve). Gestielt mit kurzem Gallertpolster am spitzeren Buckel. Zellen einzeln, aber oft unregelmäßig aufeinander gesetzt, Bäumchen bildend.

8 Arten, marin und fossil. — *I. enervis* Ehrenb. (Fig. 164). Schale ohne Rippen; häufigste Form in Nordatlantik und im Mittelmeer (vergl. p. 42, Fig. 54 *D*, *E*). *I. nervosa* Kütz., Schale mit Längsrippen. Küsten von Nordsee und Nordatlantik.

A. III. 6. e. Biddulphioideae-Biddulphieae-Hemiaulinae.

Zellen meist kurz büchsenförmig mit relativ langen Fortsätzen. Schalenquerschnitt gestreckt, seltener rundlich-elliptisch, mit zuge-

Fig. 164. *Isthmia enervis* Ehrenb. (Nach W. Smith.)

schärften Spitzen, bisweilen transversal eingezogen, mit oder ohne transversale Falten oder Rippen, oder 3- bis vieleckig. Jede Ecke mit einem längsgerichteten, schlanken Horn, das am Ende einen Sporn oder eine Klaue trägt. Zellen mit allen Hornenden zu Ketten verwachsen, wobei die Klauen als Verbindungszapfen dienen.

A. Schalenquerschnitt kreisförmig, auf der Schalenfläche 2 ganz kurze, abgestutzte Hornrudimente . . . . **84. Cerataulina.**
B. Schalenquerschnitt flach elliptisch, 3- oder vieleckig. Hörnchen so viele als Pole, an den Ecken entspringend, kräftig, oft lang. . . . . **85. Hemiaulus.**
C. Hörner auf der Schalenfläche dem Centrum genähert entspringend, lang **86. Ceratophora.**

84. **Cerataulina** Peragallo. Zellen lang cylindrisch; Membran schwach verkieselt. Schalendeckel mit 2 kleinen Auswüchsen, ähnlich wie *Cerataulus*. Jeder Auswuchs mit feinem Stachel. Gürtelband mit zahlreichen Querringen (Zwischenbändern?). Zellen zu Ketten verbunden. *Cerataulina* ist Bindeglied zwischen *Hemiaulus* und den *Lauderiinae*.

1 marine Art, *C. Bergonii* Perag. (Fig. 165).

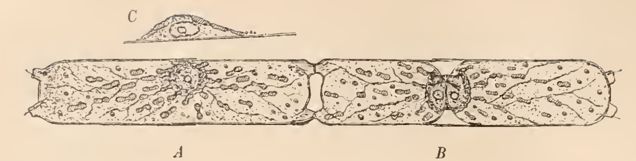


Fig. 165. *Cerataulina Bergonii* Perag., Kette. *A* Zelle vor, *B* nach der Teilung; *C* Zellkern, der Wand anliegend. (Nach Schütt.)

85. **Hemiaulus** Ehrenb. (*Ploiaria* Pant.) Zellen meist kurz büchsenfg., mit relativ langen polaren Fortsätzen. Schale bi- bis multipolar. Querschnitt daher elliptisch bis vieleckig. Bipolare Schalen meist nach den Polen zugeschärft, bisweilen seitlich zu lanzettlichem Umriss zusammengedrückt, bisweilen in der Mitte bisquitähnlich zusammengezogen. Jeder Schalenpol mit einem kurzen oder schlanken längsgerichteten Hörnchen. Jedes Horn am Ende mit klauenähnlichem Dorn, der als Zapfen dient, um die Zellen zu Ketten zusammenzuhalten. Zellen der Ketten mit den Hornenden verbunden. Schalenoberfläche bisweilen mit Rippen oder Falten, die senkrecht zu den Hauptradien verlaufen, d. h. bei bipolaren Schalen transversal laufen, der Schale ein pseudozygomorphes Gepräge verleihend. Ruhesporen: kurze, 2schalige, dickwandige Büchschen mit abgerundeten, bedornten oder bestachelten, nicht gehörnten Endflächen.

73 Arten, marin, meist fossil.

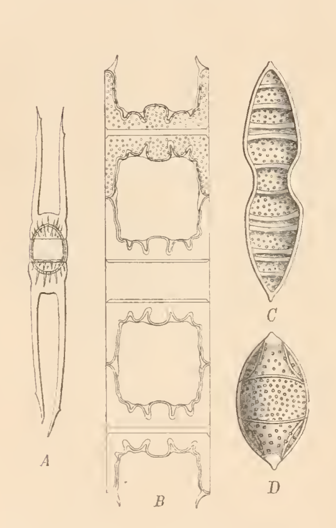


Fig. 166. *A Hemiaulus* (*Euhemiaulus*) *Kittonii* Grun., mit Ruhesporen (900/1). — *B*, *C H.* (*Hemiaulella*) *Proteus* Heib. *B* Kette mit 3 Zellen in Gürtelansicht; *C* Schalenansicht. — *D H.* (*Hemiaulella*) *hostilis* Heib., Schalenansicht. (*A* nach Van Heurck; *B—D* nach Heiberg.)

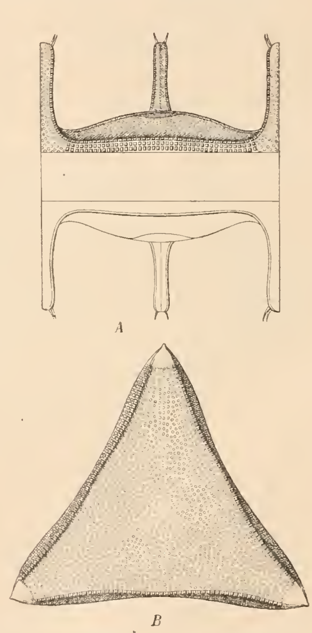


Fig. 167. *Hemiaulus* (*Trinacria*) *regina* Heib. *A* Gürtelansicht; *B* Schalenansicht. (N. Heiberg.)

Untergatt. I. *Euhemiaulus* De Toni.

Sect. I. *Euhemiaulus* D. T. Schalendeckel ohne transversale Einschnürungen oder Rippen (Septen). — *H. Kittonii* Grun. Fig. 166 *A*), fossil, mit langen Hörnern.

Sect. II. *Hemiaulella* D. T. Schalendeckel mit mehr oder minder tiefen, transversalen Falten oder Septen. — *H. Proteus* Heib. (Fig. 166 *B, C*) in der Ostsee, mit kurzen Hörnern und tiefen, transversalen Falten. *H. hostilis* Heib. (Fig. 166 *D*).

Sect. III. *Corinna* Heib. Pole der Schale ungleich, das eine Horn länger als das andere, Kette daher nicht gerade, sondern schraubig. — *H. elegans* (Heib.)

Untergatt. II. *Trinacria* Heib. Zellquerschnitt 3eckig. Jede Schale mit 3 gleichlangen Längshörnern. Rand geperlt, Ecken glatt; Hornenden mit 2 Stacheln. Von *Hemiaulus* nur unterschieden durch die Tripolarität der Schalen. — 24 Arten, marin und fossil, z. B. *H. regina* (Heib.) (Fig. 167), marin. Franz Josephs-Land.

Untergatt. III. *Solium* Heib. Zelle mit 8 Längshörnern. Querschnitt quadratisch bis rhombisch, mit gestreckten Hörnern an den Schalenecken. Hornenden mit Stacheln. Mit den Hornenden zu Ketten verwachsen. Hornwurzel durch je ein Längsseptum von der Schalenfläche getrennt. — 2 Arten, marin und fossil, z. B. *H. exsculptus* (Heib.) (Fig. 168) in der Ostsee.

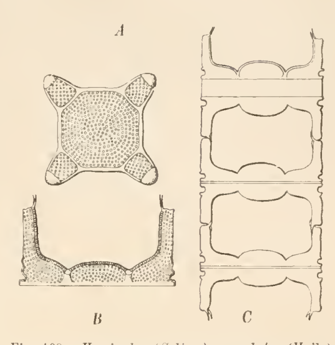


Fig. 168. *Hemiaulus* (*Solium*) *exsculptus* (Heib.) *A* Schale in Schalen-, *B* in Gürtelansicht; *C* Schema der Kettenbildung, 3 Zellen in Gürtelansicht. (Nach Heiberg.)

86. **Ceratophora** Pant. Schalen *Biddulphia*-ähnlich mit 2 starken, langen, gebogenen, meist gegabelten Hörnern. Schalenansicht elliptisch, rauh. Hornwurzeln dem Schalencentrum genähert.

2 fossile Arten, *C. nitida* Pant. und *C. robusta* Pant. (Fig. 169 *A, B*), beide fossil in Ungarn.

A. III. 7. Biddulphioideae-Anauleae.

Zellen büchsenförmig, Schalen pseudozygomorph, von centrischem Grundtypus abgeleitet, bipolar; Querschnitt elliptisch-langgestreckt, stabförmig. Schalenstructur radiär oder regellos, nicht fiederig. Raphe und Pseudoraphe nie vorhanden. Die Schalenpole mit Neigung zur Buckelbildung. Buckel immer sehr flach oder bei anderen auf einfache Ecken reduciert. Schale mit tief ins Innere vordringenden Transversalsepten.

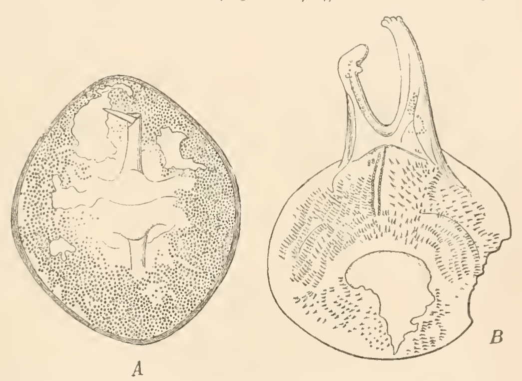


Fig. 169. *A Ceratophora nitida* Pant., Schalenansicht (Fragment) (400/1). — *B C. robusta* Pant., Schalenfragment, schräg gesehen (300/1). (Nach Pantocsek.)

A. Transversalsepten ebenflächig, nicht in die Querebene umgebogen.
- a. Medianlinie gerade . . . . **87. Anaulus.**
- b. Medianlinie gekrümmt.
  - 1. Schalen C-förmig gekrümmt . . . . **88. Eunotogramma.**
  - 2. Schalen S-förmig gekrümmt . . . . **89. Helminthopsis.**

B. Transversalsepten in die Querebene umgebogen.
- a. Umgebogener Teil kopfig, nicht flächenhaft ins Querseptum übergehend; in Gürtelansicht erscheinen die Septen wie Noten. . . . . **90. Terpsinoe.**
- b. Umgebogener Teil flächenhaft zum Querseptum ausgedehnt . . . . **91. Porpeia.**

87. **Anaulus** Ehrenb. Zelle ohne Hörner, im Sagittalschnitt rechteckig. Querschnitt elliptisch. Ellipse oft transversal zusammengedrückt oder eingeschnürt. Schale symmetrisch mit 2 Transversalsepten. Septen in Schalenansicht als Transversalbalken, in breiter Gürtelansicht als kurze, blind endigende Längsbalken erscheinend. Schalen punktiert; Punkte oft leicht radialstreifig.

8 Arten, marin und fossil, z. B. *A. mediterraneus* Grun. (Fig. 170 *A, B*) im Mittelmeer, mit elliptischer Schale ohne Centralknoten, mit Centralfleck. — *A. birostratus* Grun. (Fig. 170 *C*) im Mittelmeer und Pacifik; Schale mit Centralknoten und geschnäbelten Enden.

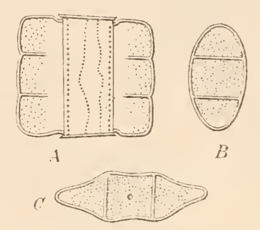


Fig. 170. *A, B Anaulus mediterraneus* Grun. *A* Gürtelansicht; *B* Schalenansicht. — *C A. birostratus* Grun., Gürtelansicht (900/1). (Nach Van Heurck.)

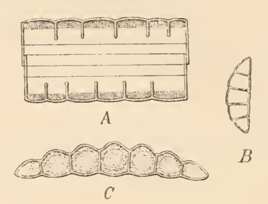


Fig. 171. *A, B Eunotogramma laevis* Grun. *A* Gürtelseite; *B* Schalenseite. — *C E. variabilis* Grun., Schalenseite (900/1). (Nach Van Heurck.)

88. **Eunotogramma** Weisse. Zelle wie *Anaulus*, doch Schalen unsymmetrisch. Querschnitt wie *Eunotia*. Schale mit 2 bis zahlreichen Transversallängssepten.

8 Arten, marin und fossil. *E. laevis* Grun. (Fig. 171 *A, B*), *E. variabilis* Grun. (Fig. 171 *C*).

89. **Helminthopsis** Van Heurck. Schalen stark verlängert, mit zugespitzten, S-artig nach verschiedenen Richtungen gebogenen Enden. Durch Transversalsepten in rundliche Abteilungen geteilt. Schalenoberfläche punktiert. Punkte klein, aber sehr deutlich und zerstreut.

1 fossile Art: *H. Weißflogii* Van Heurck.

90. **Terpsinoe** Ehrenb. (*Hydrosera* Wall., *Pleurodesmium* Kütz., *Tetragramma* Bail.) Habitus von *Anaulus*. Gürtelansicht rechteckig. Zelle nach der Transversalachse zusammengedrückt, in Gürtelansicht mit Thälern parallel der Längsachse. Schalen symmetrisch nach dem Sagittalschnitt, mit mehr oder weniger zahlreichen, flachen bis tiefen Einschnürungen oder Un-

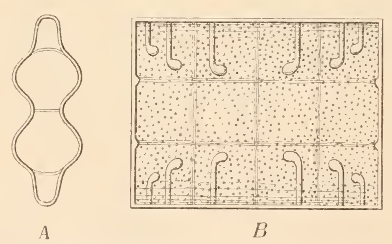


Fig. 172. *Terpsinoe musica* Ehrenb. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht (Schalenseite oben). (Nach Griffith-Henfrey.)

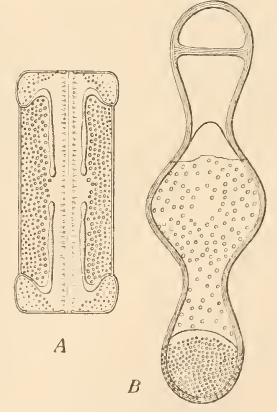


Fig. 173. *A Porpeia quadriceps* Bail., Gürtelansicht. — *B P. quadrata* Grev. Schalenansicht (900/1). (*A* nach Greville; *B* nach Van Heurck.)

dulationen und Transversalsepten, die, tief ins Innere hineinreichend, unvollkommene Längswände bilden, am Ende verdickt und wenig nach innen umgebogen, in Gürtel-

ansicht das Bild von Noten mit umgebogenen Köpfen gebend. Zellen einzeln oder durch Gallertpolster an den Schalenecken zu Zickzackketten verbunden (*Pleurodesmium* Kütz.), oder mit den Schalendeckeln in der Sagittallinie zu Bandketten verwachsen (*Euterpsinoe*).

15 Arten genannt, im Süßwasser, marin und fossil. — *T. musica* Ehrenb. (Fig. 172), Mittelmeer, trop. Atlantik, mit zahlreichen Septen. *T. americana* (Bail.) Ralfs in Nordamerika, mit 2 Septen.

91. **Porpeia** Bail. Zellen transversal-symmetrisch zusammengedrückt. Schalenansicht oblong mit 2 seitlichen Einschnürungen, Mitte und Enden geschwollen. Gürtelansicht rechteckig mit gewölbten Ecken. Schale mit 2 Septen, anfangs parallel dem Transversallängsschnitt, dann in den Querschnitt nach innen umbiegend.

4 Arten, marin und fossil, z. B. *P. quadriceps* Bail. (Fig. 173 *A*) im Golfstrom, *P. quadrata* Grev. (Fig. 173 *B*).

A. III. 8. **Biddulphioideae-Euodieae.**

Cymbella-ähnlich. Schalenumriss halbmondartig gebogen, zur Transversalachse symmetrisch. Schale ohne Raphe und Pseudoraphe; Oberflächenstructur ohne Beziehung zur Symmetrieebene oder zu den Hauptradien. Gürtelansicht verlängert durch ringförmige Zwischenbänder. Zelle oft mit Quersepten, ohne Transversalsepten.

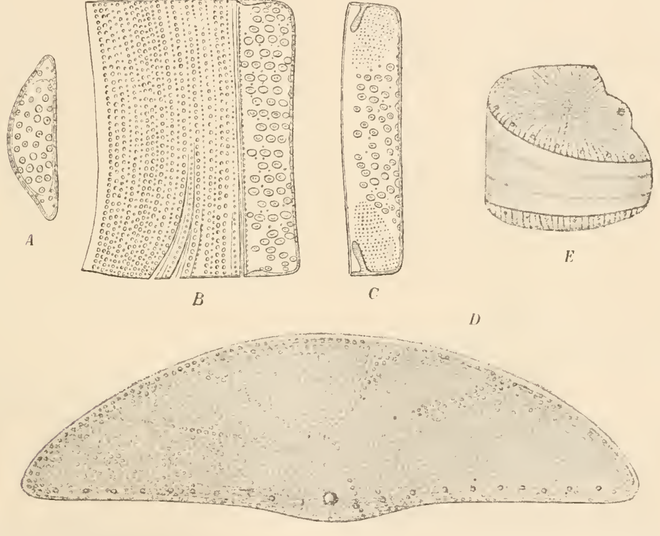


Fig. 174. *A—C Euodia* (*Leudugeria*) *Janishii* Grun. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht, Schale mit Zwischenbändern und einem Gürtelband; *C* Schale mit Septum (475/1). — *D*, *E E.* (*Hemidiscus*) *cuneiformis* Wall. *D* Schalenansicht; *E* schmale Gürtelansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

92. **Euodia** Bail. (*Dichomeris* Ehrenb., *Eunotiopsis* Grun., *Hemidiscus* Wallich). Zelle in Schalenansicht halbmondförmig bis bogenförmig, areoliert oder granuliert. Ventraler Rand bisweilen mit einem Scheinknoten in der Mitte. Gürtelansicht rechteckig-keilförmig, mit Zwischenbändern und Septen, oder ohne Zwischenbänder.

17 Arten, marin und fossil.

Sect. I. *Leudugeria* Temp. Schale mit großen, zerstreuten Kreisareolen, ohne Knoten, mit Zwischenbändern und Septen. *E. Janishii* Grun. (Fig. 174 *A—C*).

Sect. II. *Hemidiscus* Wall. Schale mit Knoten und feiner Areolenpunktstructur. Ohne Zwischenbänder und Septen. *E. cuneiformis* Wall. (Fig. 174 *D, E*).

Sect. III. *Palmeria* Grev. Schalenrand mit einer Reihe kleiner Stacheln als Ausgangspunkt von starken, radialen, centripetalen Streifen. Centrum structurlos.

A. IV. 9. Rutilarioideae-Rutilarieae.

Zellen im Schalenumriss *Navicula*-ähnlich, Schalenumriss bilateral symmetrisch zu Sagittal- und Transversalachse, ohne Raphe und Pseudoraphe, im Centrum ohne echte Knoten, aber zuweilen mit einer eigenartigen äußeren Verdickung, am Rande mit Stacheln. Structur radiär oder regellos, nicht fiederig zur Medianlinie.

A. Schale in eine sagittale Reihe von rundlichen Abteilungen gegliedert **93. Pseudorutilaria.**
B. Schale einheitlich, nicht in Abteilungen gegliedert, mit radiärer Oberflächenstructur und gewundenem, centralem Fortsatz . . . . **94. Rutilaria.**
C. Schale einheitlich, ohne Centralfortsatz, Enden mit Kappen. . . . . . **95. Baxteria.**

93. **Pseudorutilaria** Grove et Sturt. Schale zusammengesetzt aus 8—11 aufgereihten, kreisförmigen oder nahezu kreisförmigen Abteilungen (Zellen); die mittelste ist am größten, nach den Enden zu nehmen sie allmählich an Größe ab. Jede Abteilung endet an beiden Seiten in kleine Spitzen, deren jede 1—2 Stacheln trägt. Mittelste Abteilung domförmig, Endabteilungen zum Fortsatz ausgezogen. Gürtelansicht rechteckig. Die Schalen hängen in der Mitte und am Ende zusammen, indem die Fortsätze in einander zu greifen scheinen wie bei *Hemiaulus*, während der Zwischenraum von den Stacheln eingenommen wird.

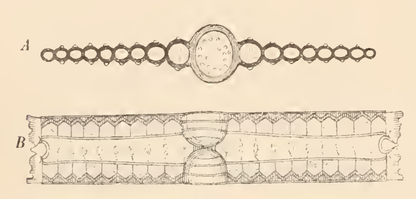


Fig. 175. *Pseudorutilaria monile* Grove et Sturt. *A* Schalenansicht; *B* Gürtelansicht von 2 Schalen benachbarter, zusammenhängender Zellen (500/1). (Nach Grove et Sturt.)

1 fossile Art. *P. monile* Grove et Sturt (Fig. 175).

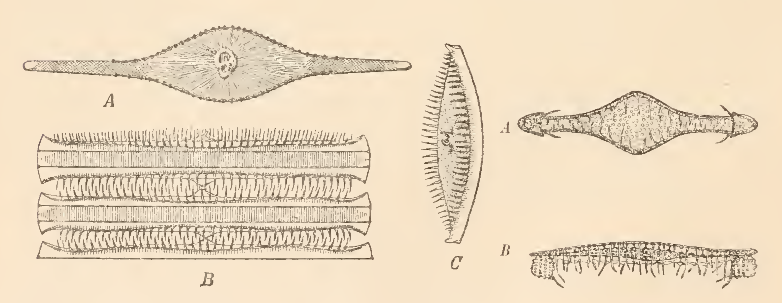


Fig. 176. *A Rutilaria edentula* Castr., Schalenseite. — *B R. superba* Grev., Gürtelseite. — *C R. elliptica* Grev., Schale schräg längs gesehen (775/1). (*A* nach Castracane; *B, C* nach Greville.)

Fig. 177. *Baxteria Brunii* Van Heurck. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

94. **Rutilaria** Grev. (*Rutilariopsis* Van Heurck). Zellen viel breiter als lang, zu kurzen Ketten vereinigt. Schalen schiffchenförmig, an den Enden etwas erhaben, mit

zahnartigen Stacheln umrandet; im Centrum mit einem kurzen, knotenartigen, gewundenen oder höckerigen Fortsatz, mit dem die Nachbarzellen verwachsen und dadurch Ketten bilden.

14 Arten, marin und fossil; *R. edentula* Castr., *R. superba* Grev., *R. elliptica* Grev. (Fig. 176 *A—C*).

95. **Baxteria** Van Heurck. Schalen in sagittaler Richtung langgestreckt; Mittelteil fast rhombisch, allmählich nach den Enden hin verjüngt; Enden abgerundet, verdickt; Structur punktiert, fast areoliert; Gürtelansicht platt, am Rand mit zahlreichen Dornen. Enden mit stark vorspringenden, grob punktierten Kappen.

1 fossile Art, *B. Brunii* Van Heurck (Fig. 177).

II. Pennatae.

Die Schale ist nicht centrisch. Der Schalenbau bezieht sich nicht auf einen Punkt als Centrum, sondern auf eine Linie. Dies äußert sich in erster Linie in der Form, die mehr als die der *Centricae* von dem einfachen Kreiscylinder abweicht (der Querschnitt ist stabförmig bis elliptisch, oft schiffchenförmig) (Schalen acyklisch) — dann in der Schalenstructur. Die Sagittallinie ist mehr oder minder deutlich durch einen structurlosen oder besonders structurierten Streifen (Medianlinie, Pseudoraphe) markiert, der häufig durch Ausbildung einer Raphe ausgezeichnet ist. Ferner zeigt die Structur durchweg die Neigung zu Streifensystemen, die sich auf die Sagittallinie einstellen, wie die Fieder einer Feder auf ihre Spule, indem die Seitenlinien mehr oder weniger vollkommen oder angenähert parallel verlaufen und das System in einem bestimmten, rechten oder spitzen Winkel gegen die Medianlinie gerichtet ist. Die Cylinderform der Zelle ist mehr deformiert, indem die Ausdehnung in der Richtung einer Querachse (Sagittalachse) über die beiden anderen überwiegt. Die Zellform nähert sich daher oft der eines vierkantigen Stabes, dessen größte Ausdehnung (Sagittalachse) senkrecht steht zu der der stabförmigen Zelle der *Solenieae*. Die Raphe findet sich in den verschiedensten Stadien der Ausbildung; bei den niedrigsten Formen der *Fragilarieae* fehlt sie noch ganz, bei den anderen Formen der *F.* finden sich an den Ecken die ersten Anfänge eines Spaltes (Raphe); bei den *Naviculeae* ist sie auf beiden Seiten voll entwickelt, und zwar in der Medianlinie; bei den *Nitzschieae* findet sie sich in noch anderer Ausbildung auf einem sagittalen Kiel, bei den *Surirelleae* auf seitlichen Kielen. Nur selten haben die Schalen kleine dornartige Auswüchse; längere Auswüchse wie Buckel, Hörner, lange Stacheln fehlen ganz. Die Chromatophorenverhältnisse zeigen größte Mannigfaltigkeit. Die niedersten Gruppen gehören zu dem Typus der *Coccochromaticae*, d. h. jede Zelle enthält eine größere Anzahl kleiner Plättchen. Die höheren Gruppen sind placochromatisch, d. h. in jeder Zelle befinden sich eine oder wenige große Platten von typischer Lagerung und Form. Auxosporenbildung ist verschieden, unvollkommen gekannt, die bekannten den höheren geschlechtlichen Typen angehörend. Die höchste Form mit unzweifelhafter Befruchtung ist bei den *Surirelleae* verwirklicht. (Vergl. Einteilung der Unterfamilie S. 56.)

B. V. 10. a. Fragilarioideae-Tabellarieae-Tabellariinae.

Gürtelansicht rechtwinkelig. Schalenansicht zum Sagittal- und Transversalschnitt symmetrisch, elliptisch-lineal, in der Mitte oft bauchig, nie keilförmig. Zelle mit Zwischenbändern mit 2 bis zahlreichen Quersepten. Chromatophoren zahlreich, körnig.

A. Schalen nicht gekammert; Rippen flach oder fehlend.
  a. Zellen mit zahlreichen, flächenhaften Septen.
    α. Schalen mit inneren, transversalen Rippen. Rippen flach. Gürtel mit zahlreichen, meist excentrisch gefensterten Septen.
      I. Schalen kreisförmig, mit breiter, auffallender Medianlinie . . 96. **Stylobiblium.**
      II. Schalen gestreckt, in der Mitte geschwollen, ohne auffallende Medianlinie 97. **Tetracyclus.**

β. Schalen ohne innere, transversale Rippen.

I. Zelle mit Quersepten, mit 1 oder mehreren Fenstern. Schale lanzettlich, kräftig, fast rippenartig, transversal gestreift. Gürtel längsgestreift **98. Rhabdonema.**

II. Nur Ecksepten vorhanden, abwechselnd in der einen und der anderen Ecke auftretend und nicht bis zur Mitte reichend . . . . **99. Tabellaria.**

b. Zelle mit 2 oder mehr leiterförmigen, bisweilen rudimentären Septen **100. Climacosira.**

c. Zellen mit 2 wenig gefensterten Septen.

α. Septen nicht unduliert, mit 1 centralen und 2 polaren Fenstern **101. Diatomella.**

β. Septen unduliert, mit 1 centralen Fenster . . . . . . **102. Grammatophora.**

B. Schalen durch stark entwickelte, gekopfte Transversalsepten gekammert. Querseptum mit zahlreichen, sagittal gereihten Fensterchen . . . . **103. Denticula.**

96. Stylobiblium Ehrenb. Zellen frei, cylindrisch, mit zahlreichen Quersepten. Schalenumriss kreisförmig mit Transversalrippen, ohne Knoten.

4 fossile Arten, z. B. *S. divisum* Ehrenb. (Fig. 178).

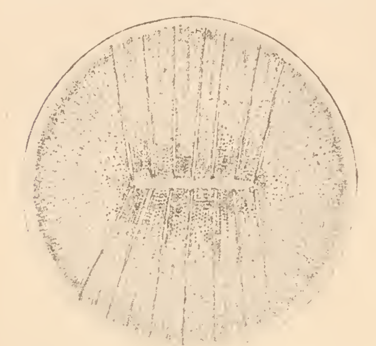


Fig. 178. *Stylobiblium divisum* Ehrenb., Schalenansicht. (Nach Van Heurck.)

97. Tetracyclus Ralfs (*Bibliarium* Ehrenb., *Eutetracyclus* Ralfs, *Gomphogramma* A. Br.). Zellen tafelförmig zu Bändern verbunden mit zahlreichen Zwischenbändern und einmal durchbohrten Quersepten, die in Gürtelansicht als am Ende verdickte Rippen erscheinen. Gürtelansicht rechteckig. Schalenansicht im Mittelteil mehr oder minder geschwollen, mit spärlichen Transversalrippen, ohne Knoten. Chromatophoren: körnig zerstreut.

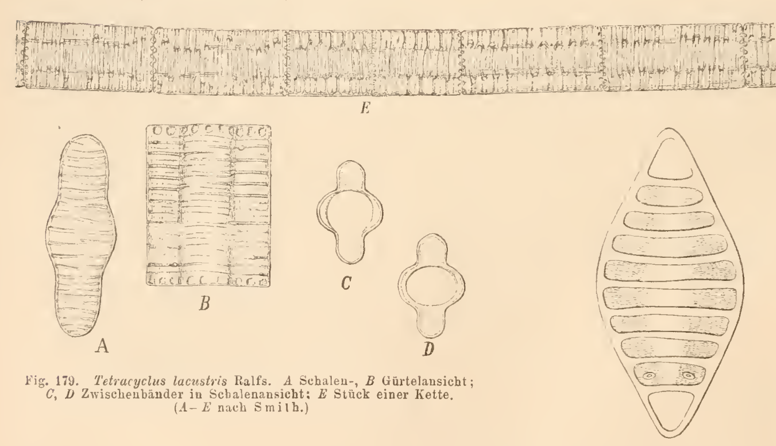


Fig. 179. *Tetracyclus lacustris* Ralfs. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht; *C*, *D* Zwischenbänder in Schalenansicht; *E* Stück einer Kette. (*A*–*E* nach Smith.)

Fig. 180. *Tetracyclus* (*Castracania*) *Boryanus* (Pant.) De Toni. (Nach Pantocsek.)

Sect. I. *Eutetracyclus* Ralfs. Kein Unterschied der Structur zwischen Polfeldern und den intermediären Teilen der Schale. — 10 Arten. Süßwasser. Fossil. *T. lacustris* Ralfs (Fig. 179).

Sect. II. *Castracania* De Toni (*Salacia* Pant.). Felder zwischen den Rippen der Schale gestreift. Polfelder glatt. — 1 fossile Art, *T. Boryanus* Pant. (Fig. 180).

98. **Rhabdonema** Kütz. Zellen tafelförmig, zu festgewachsenen Bändern verbunden. Endzelle des Bandes mittelst Gallertpolster mit einer Ecke am Substrat befestigt. Schalenansicht elliptisch oder linear-lanzettlich, mit Pseudoraphe und transversalen, kräftigen Perlschnurstreifen oder Rippen. Pole meist glatt. Zwischenbänder zahlreich, im ausgewachsenen Zustande in jeder Zellhälfte bis 28, während des Längenwachstums in beiden Zellhälften oft verschieden an Zahl, mit Längsriefen, mit Quersepten. Septen gerade oder wenig gebogen. Septen ein großes Fenster bildend, kurz oder lang, mit Transversalriefen, gebogen, 2—3 Fenster bildend. Chromatophoren: körnig zerstreut.

14 Arten, durchweg marin oder fossil. — **A.** Septen mit 1 Fenster: Fenster central: *R. arcuatum* (Lyngb.) Kütz (Fig. 181 *E*), Ostsee; Fenster abwechselnd am einen oder anderen Ende: *R. minutum* Kütz. — **B.** Septen mit 3 Fenstern: *R. adriaticum* Kütz. (Fig. 181 *A—D*).

99. **Tabellaria** Ehrenb. Zellen tafelförmig, angewachsen, durch Gallertpolster zu Zickzackketten verbunden. Endzellen mittelst Gallertpolster mit einer Ecke am Substrat befestigt. Sagittalschnitt rechteckig. Zwischenbänder in jeder Zellhälfte 2 bis viele, fast

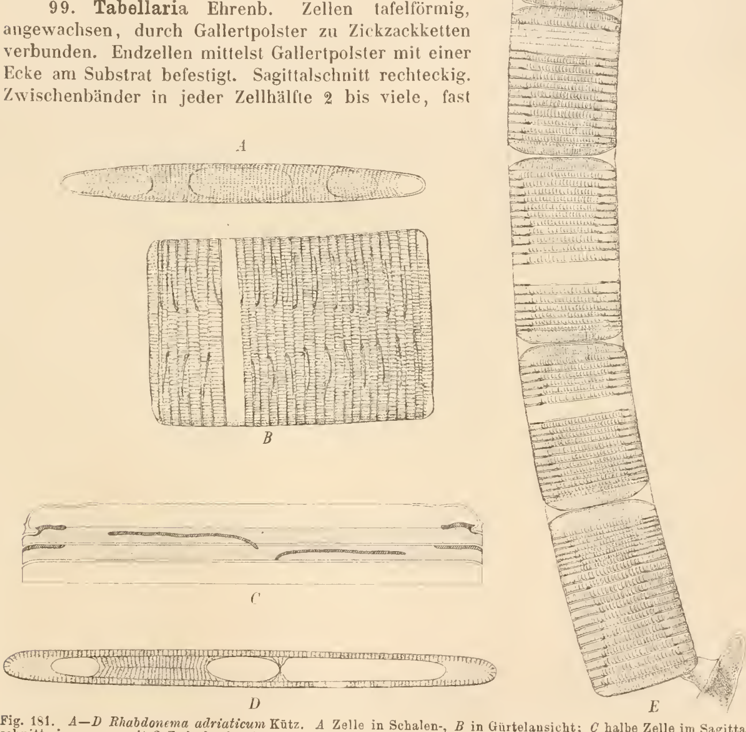


Fig. 181. *A—D Rhabdonema adriaticum* Kütz. *A* Zelle in Schalen-, *B* in Gürtelansicht; *C* halbe Zelle im Sagittalschnitt, jung, nur mit 2 Zwischenbändern; *D* Zwischenband in Schalenansicht. — *E R. arcuatum* (Lyngb.) Kütz., Kette. (*A, B, D, E* nach Smith, 400/1; *C* nach O. Müller.)

eben, jedes mit Septum. Septum eben, im Centrum gefenstert, oder meist nur in einer Seite, d. h. vom Pol bis Centrum ausgebildet, am anderen Pol fehlend oder rudimentär. Ausbildung bei aufeinanderfolgenden Bändern alternierend. Schale ohne Pseudoraphe und ohne Knoten. Querschnitt lineal, in der Mitte und den beiden Enden mehr oder weniger verdickt. Oberfläche transversal gestreift, nicht gerippt. Chromatophoren körnig. Auxosporen 2 aus einer Mutterzelle.

Sect. I. *Eutabellaria* F. S. Schalenquerschnitt in der Mitte und an den Polen aufgeschwollen, Schale fein gestreift. Chromatophoren: körnig, regellos zerstreut. — 21 Arten, im Süßwasser und fossil. *T. fenestrata* (Lyngb.) Kütz. (Fig. 182 *A*), *T. flocculosa* (Roth.) Kütz. (Fig. 182 *B—D*), beide in Teichen und Bächen durch ganz Europa.

Sect. II. *Striatella* Ag. (*Hyalosira* Kütz., *Tessella* Ehrenb. *Thaumaleorhabdium* Trev.) Zellen tafelförmig, zu langgestielten Bändern verbunden. Endzelle des Bandes an einer Ecke gestielt. Schalen lanzettlich bis linear-elliptisch, sehr fein geperlt, fast structurlos, hyalin. Sagittalachse gerade oder S-förmig gebogen, mit Pseudoraphe und feinen Transversalstreifen, ohne Rippen. Zwischenbänder zahlreich, nicht geschlossen ringförmig, mit Quersepten. Septum fast eben, nicht transversal gewellt. Panzer sehr schwach verkieselt. Chromatophoren: körnig, strahlenartig angeordnet um den centralen

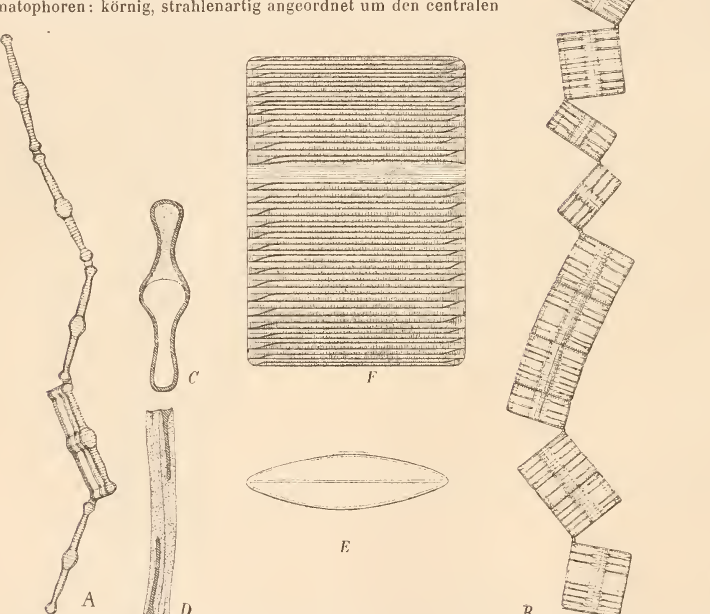


Fig. 182. *A Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz., Kette in Schalenansicht. — *B—D T. flocculosa* (Roth.) Kütz. *B* Colonie in Gürtelansicht (400/1); *C* Zwischenband in Schalenansicht; *D* Sagittalschnitt durch 2 benachbarte Zwischenbänder. — *E*, *F T.* (*Striatella*) *unipunctata* Ag. *E* Schalen-, *F* Gürtelansicht (450/1). (*A*, *B*, *E* nach W. Smith; *C*, *D* nach O. Müller; *F* nach Van Heurck.)

Zellkern. — 14 Arten, marin und fossil, z. B. *T. unipunctata* (Lyngb.) (Fig. 182 *E, F*), Europ. atlantische Küsten; *T. interrupta* (Ehrenb.).

100. **Climacosira** Grun. Zellen mehr oder minder tafelähnlich, mit mehr oder weniger zahlreichen, zusammengedrückt ringförmigen Zwischenbändern, mit leiterartig durchbrochenen Quersepten. Schalenansicht langgestreckt lineal, gerade oder wenig gebogen, bisweilen an den Enden und nach der Mitte zu schwach verbreitert. Schalendeckel mit oder ohne deutliche Transversalstreifung mit Pseudoraphe. Pole durch glatten Fleck ausgezeichnet oder nicht. Gürtelansicht 4eckig, in sagittaler Richtung gestreckt oder meist in Richtung der Centralachse zur Tafel ausgedehnt, mit Querstreifen (von Zwischenbändern herrührend), die mit Knötchen besetzt erscheinen (opt. Bild der Durchschnitte der leiterartig durchbrochenen Quersepten).

A. Septen normal entwickelt.

a. Zelle mit zahlreichen, leiterförmigen Septen.

Sect. I. *Euclimacosira* Grun. Zellen tafelförmig, in Gürtelansicht rechtwinkelig, zu Bändern vereinigt;

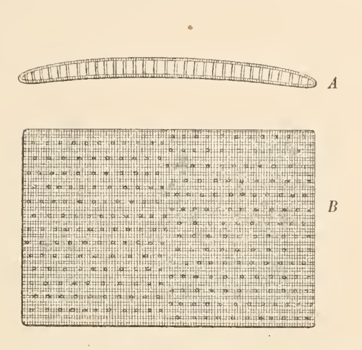


Fig. 183. *Climacosira mirifica* (W. Sm.) Grun. *A* Schalenansicht (die Transversalstreifen rühren von den leiterartigen Quersepten her); *B* Gürtelansicht. (Nach Grunow.)

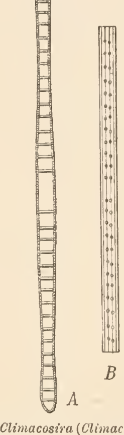


Fig. 184. *A Climacosira* (*Climaconeis*) *Lorenzii* (Grun.), Schalenansicht. — *B C. Frauenfeldii* (Grun.), Gürtelansicht (beide 400/1). (Nach Grunow.)

mit zahlreichen Zwischenbändern mit vollkommenen Quersepten. Septen vielfensterig, leiterartig. Schalen lineal. — 1 marine Art, *C. mirifica* (W. Sm.) Grun. (Fig. 183).

b. Zelle mit 2 leiterförmigen Septen.

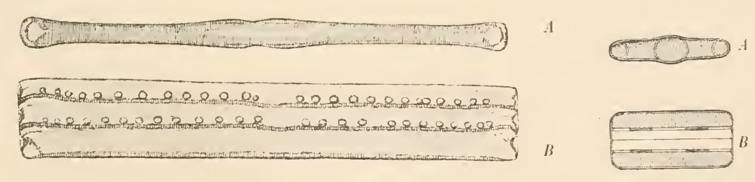


Fig. 185. *Climacosira* (*Lamella*) *oculata* (Brun.). *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht, Teil einer Zelle (600/1). (Nach Van Heurck.)

Fig. 186. *Diatomella Balfouriana* Grev. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (600/1). (Nach Smith.)

Sect. II. *Climaconeis* Grun. (*Stictodesmis* Grev.) Zellen in Schalen- und Gürtelansicht stabförmig, mit 2 leiterförmigen Septen. Schalen gestreift punktiert, ohne Rippen. — 2 Arten, marin, vielleicht nur Primärzellen von *Euclimacosira*.

B. Septen rudimentär, nur in Form kleiner Knöpfchen entwickelt.

Sect. III. *Lamella* Brun. Schale in Schalenansicht, stabförmig, in der Mitte und an den Enden etwas verdickt. Schalenenden structurlos, buckelartig. Zelle in Gürtelansicht, mit Reihe von Knötchen, die als rudimentäre Sprosse unentwickelter, leiterförmiger Quersepten gedeutet werden. — 1 fossile Art, *C. oculata* (Brun.) (Fig. 185).

101. **Diatomella** Grev. (*Disiphonia* Ehrenb.) Zellen einzeln oder zu Bändern verbunden. Gürtelansicht rechteckig. Zelle mit 2 ebenen Quersepten. Jedes Septum mit 3 runden Öffnungen (Fenster), je 1 central und terminal. Schalen oblong oder lanzettlich, in der Mitte transversal aufgeschwollen, fein transversal gestreift, nicht gerippt, mit Centralknoten. Enden abgerundet. Gürtelansicht rechteckig, mit 2 starken, geraden, central und polar unterbrochenen Sagittalrippen (Septen).

1 Art im Süßwasser, *D. Balfouriana* Grev. (Fig. 186).

102. **Grammatophora** Ehrenb. Zellen mit Gallertpolstern zu Zickzackketten verbunden; Endzelle der Kette mittelst Gallertpolster mit einer Ecke am Substrat befestigt; tafelförmig. Gürtelansicht rechteckig, mit abgerundeten Ecken, Schalenansicht lineal bis elliptisch, bisweilen in der Mitte und bisweilen auch an den Enden angeschwollen, meist fein gestreift, selten grob gestreift, Streifen durch Punkte oder Perlen gebildet. Pseudoraphe schwer sichtbar, mit Polarknoten, ohne Centralknoten. In jeder Zellhälfte ein geschlossenes, ringförmiges Zwischenband,

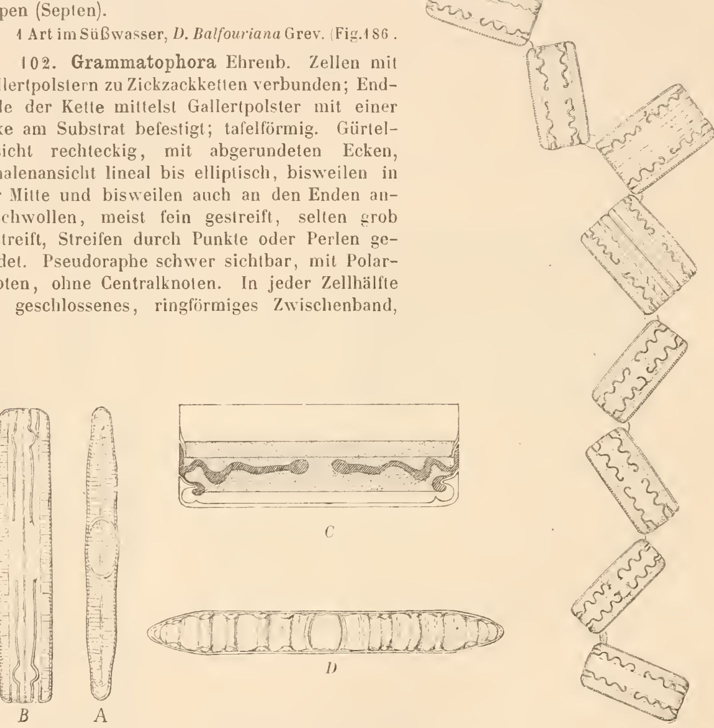


Fig. 187. *A*, *B* *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kütz. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. — *C* *G. maxima* Grun., Längsschnitt und Gürtelansicht. — *D*, *E* *G. serpentina* Ralfs. *D* gefenstertes welliges Septum in Flächenansicht; *E* Kette. (*C* nach O. Müller; *D*, *E* nach W. Smith.)

mit meist gebogenem oder transversal unduliertem, in der Mitte gefenstertem Querseptum. Chromatophoren: körnig zerstreut.

36 Arten, marin und fossil. — **A.** Septen im Hauptteil fast eben oder wenig gewellt, nur an den Polen mit je einer höheren Welle: *G. marina* (Lyngb.) Kütz. (Fig. 187 *A*, *B*), Kosmopolit; *G. maxima* Grun. (Fig. 187 *C*). — **B.** Septen mit mehr als 2, oft zahlreichen, transversal gerichteten Wellen: *G. serpentina* Ralfs (Fig. 187 *D*, *E*).

103. **Denticula** Kütz. Schalen lanzettlich, ohne Raphe, mit einer Reihe von Transversalsepten, als Rippen erscheinend, dazwischen mit transversalen Punkt-, Perlstreifen. Gürtelansicht rechteckig, Transversalrippen bis zum Zwischenband reichend, am Ende bekopft. Zwischen Schale und Gürtelband je ein ringförmig geschlossenes Zwischenband mit Querseptum, mit einer in sagittaler Richtung angeordneten Reihe von Fensterchen. Fensterwände mit den Transversalsepten zusammenstoßend, den Schalenraum in eine sagittale Reihe kleiner Kämmerchen teilend. Die Zellen sind frei, einzeln oder zu sehr kurzen Bändern vereinigt.

11 Arten, im Süß- und Brackwasser, fossil. — *D. elegans* Kütz. (Fig. 188 *A*), *D. frigida* Kütz., beide in Bächen und Teichen durch ganz Europa; *D. indica* Grun. (Fig. 188 *B*).

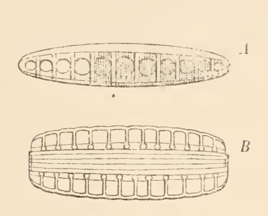


Fig. 188. *A Denticula elegans* Kütz. (var. *valida* Pedicius), Schalenansicht. — *B D. indica* Grun., Gürtelansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

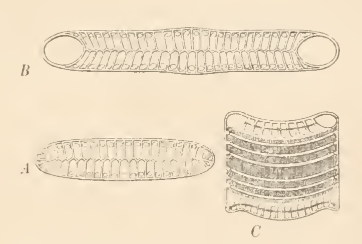


Fig. 189. *Entopyla australis* Ehrenb. *A*, *B* Schalenansicht, *A* convexe, *B* concave Schale; *C* Gürtelansicht (364/1). (Nach Janisch.)

B. V. 10. b. Fragilarioideae-Tabellarieae-Entopylinae.

Zellen *Achnanthes*-artig geknickt. Schalen ungleich in Form und Structur, transversal gerippt oder gestreift, mit zahlreichen ringförmigen Zwischenbändern und rudimentären Quersepten. Zwischenbänder und Quersepten können auch ganz fehlen.

104. **Entopyla** Ehrenb. (*Eupleuria* Arnott, *Gephyria* Arnott, *Margaritoxon* Janisch). Zellen zu kurzen, gestielten Ketten verbunden, mit zahlreichen, ringförmigen Zwischenbändern (*Entopyla* Ehrenb.). Zelle sattelartig gebogen, eine Schale concav, die andere convex, Biegung in Gürtelansicht sichtbar. Schalen mit Transversalrippen (= kurze Septen), von gesägter Pseudoraphe ausgehend, ohne Centralknoten, auf der convexen Seite ohne Polarknoten, auf der concaven Seite der Schale mit großem Polarknoten. Die Zwischenbänder mit rudimentären Quersepten. Die Zahl der Zwischenbänder ist bisweilen reduciert, bisweilen fehlen sie ganz (*Gephyria* Arnott).

14 marine und fossile Arten, z. B. *E. australis* Ehrenb. (Fig. 189) aus dem Guano von Südamerika.

B. V. 11. Fragilarioideae-Meridioneae.

Schale und Gürtelansicht zur Sagittalachse symmetrisch, zur Transversalachse unsymmetrisch, keilförmig; in Schalen- und Gürtelansicht bisweilen mit keilförmigen, offenen Zwischenbändern mit Quersepten. Structur fiederig; die Schalen fein transversal gestreift, transversalstreifig punktiert, -geperlt, -gerippt, immer ohne Centralknoten, meist ohne Polarknoten, ohne Raphe, aber mit einer die Raphe vertretenden, sagittalen, structurlosen Linie (Pseudoraphe), auf die sich die Fiederstreifung der Structur richtet.

Chromatophoren: körnig zerstreut, zahlreiche kleine Plättchen. Auxosporen: 2 aus 2 Mutterzellen. Zellen anfangs festsitzend, später einzeln oder als Ketten freischwimmend.

A. Schalen ohne durchgehende Transversalrippen (Septen), doch bisweilen rippenartig transversal gestreift.
  a. Zelle ohne septierte Zwischenbänder, nicht gestielt, meist einzeln. Schalen oft rippenartig gestreift . . . . **105. Sceptroneis.**
  b. Zelle mit keilförmigen Zwischenbändern mit Quersepten, gestielt, zu Fächern verbunden. Schalen feingestreift.
    α. Quersepten nur an dem breiten Ende . . . . **106. Licmophora.**
    β. Quersepten flächenhaft, reich gefenstert . . . . **107. Climacosphenia.**

B. Schale mit durchgehenden Transversalrippen (Septen). Zellen ohne septierte Zwischenbänder, nicht gestielt, zu fächer-, scheiben-, schraubenförmigen Ketten vereinigt **108. Meridion.**

105. **Sceptroneis** Ehrenb. Zellen in Schalen- wie Gürtelansicht keilartig verjüngt, ohne septierte Zwischenbänder, ohne Transversalsepten. Pseudoraphe vorhanden, bisweilen sehr breit. Polarknoten bisweilen erkennbar. Schalen transversal geperlt-gestreift. Perlen bisweilen zu einem schlitz- oder knopflochähnlichen Streifen verschmolzen. Chromatophoren unbekannt.

a. Schalen mit 2 sagittalen Perlenreihen.

α. Perlen flächenständig, knopflochartig verbreitert.

Sect. I. *Opephora* Petit. Gürtel- und Schalenansicht keilförmig. Keine transversalen Punktreihen, statt dessen 2 Reihen transversal knopflochartig verlängerte, vertiefte Riefen, die sagittal eine oft stark verbreiterte Pseudoraphe frei lassen. In den Riefen transversale Reihen feiner Perlen. Raum zwischen den Riefen als Transversalrippen erscheinend. — 1 Art, marin und fossil, *S. Schwartzii* Grun. (Fig. 190).



Fig. 190. *Sceptroneis* (*Opephora*) *Schwartzii* Grun. (600/1). (Nach Van Heurck.)

Fig. 191. *Sceptroneis* (*Grunowiella*) *gemmata* Grun. (Nach Van Heurck.)

β. Perlen randständig, rundlich.

Sect. II. *Grunowiella* Van Heurck. Zellen scepterförmig. Schalenansicht keilförmig, mit einer Reihe von großen Randperlen. Pseudoraphe lanzettlich. Gürtelansicht rechteckig. — 4 fossile Arten. *S. gemmata* (Grun.) Van Heurck (Fig. 191).

b. Schalen mit transversalen Reihen von Perlen.

α. Perlen isoliert.

Sect. III. *Eusceptroneis* Ehrenb. Gürtel- und Schalenansicht keilförmig. Schalen gestreckt, am einen Ende *Gomphonema*-artig bekopft, am anderen Ende verjüngt. Structur wie *Trachysphenia*, doch polarer, hyaliner Fleck hier mit feinen strahligen Punktreihen bedeckt. — 12 Arten, marin und fossil, z. B. *S. caducea* Ehrenb. (Fig. 192).



Fig. 192. *Sceptroneis* (*Eusceptroneis*) *caducea* Ehrenb. (Nach Van Heurck.)



Fig. 193. *Sceptroneis* (*Trachysphenia*) *australis* (Petit) (var. *aucklandica* Grun.) (600/1). (Nach Van Heurck.)

Sect. IV. *Trachysphenia* Petit. Gürtelansicht rechteckig, Schalenansicht keilförmig-elliptisch. Schalen grob punktiert. Punkte in transversalen Reihen nicht knopfartig verlängert, schmale Pseudoraphe und hyaline Polarflecke freilassend. — *S. australis* (Petit) (Fig. 193).

β. Perlen zu Streifen vereint.

Sect. V. *Peronia* Bréb. et Arn. Gürtel- und Schalenansicht keilförmig, *Gomphonema*-artig verlängert. Structur transversale Perlenreihen und Knopflochriefen ohne glatte Sagittal-

linie. Ohne Central- (Gürtel-)Knoten, mit kleinen Polarknoten. — 2 Arten, im Süßwasser und fossil. *S. erinacea* Bréb. et Arn. (Fig. 194).

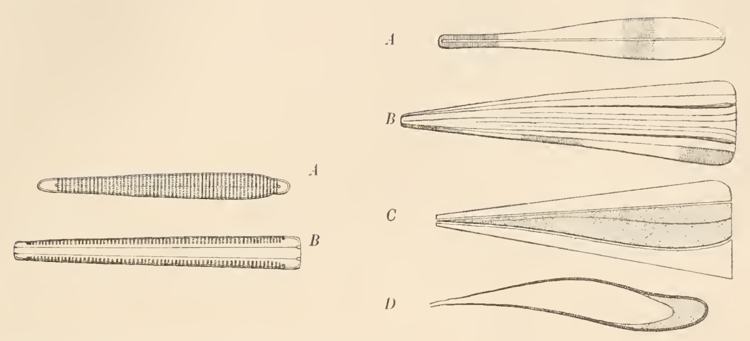


Fig. 194. *Sceptroneis* (*Peronia*) *erinacea* (Bréb. et Arn.) *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (1000/1) (Nach Van Heurck.)

Fig. 195. *A, B Licmophora gracilis* (Ehrenb.) Grun. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (500/1). — *C, D L. Lyngbergei* (Kütz.) Grun. *C* Panzerhälfte von der Gürtelseite (eine Schale, ein Zwischenband mit Septum und ein Gürtelband); *D* ein Septum in Schalenansicht. (*A, B* nach Grunow; *C, D* nach O. Müller.)

106. **Licmophora** Ag. (*Echinella* Bréb., *Exilaria* Grev., *Podosphenia* Ehrenb., *Rhipidophora* Kütz., *Stylaria* Bory). Zellen zu Sagittal- und mittlerem Querschnitt symmetrisch, zu Transversalschnitt unsymmetrisch, Schalen mit den Sagittalchsen unter spitzem Winkel gegeneinander geneigt. Gürtel- und Schalenansicht keilförmig, meist schlank, oft lineal. Jede Zellhälfte mit einem Zwischenband, dieses ringförmig, keilförmig zugeschärft, am schmalen Pol offen, mit Septum am breiteren Pol. Schalen sehr fein transversal gestreift, mit Pseudoraphe. Die Zellen sind gestielt. Stiel am schmalen Gürtelbandende befestigt, einfach oder verzweigt. Jede Zelle auf isoliertem Stiel oder Zweig — oder die Zellen nach der Teilung mit den Schalen aneinander haftend, fächerförmige Ketten bildend, für jeden Fächer einen Stiel oder Stielzweig ausbildend, zahlreiche Fächer oft zu baumartigen Colonien vereinigt (Fig. 48 *F*, p. 35). Chromatophoren: klein, zahlreich, zerstreut.

29 Arten, durchweg marine Küstenformen. — **A.** Septen klein. *L. flabellata* (Carm.) Ag.; *L. anglica* (Kütz.) Grun.; *L. gracilis* (Ehrenb.) Grun. (Fig. 195 *A, B*). — **B.** Septen groß: *L. Lyngbyei* (Kütz.) Grun. (Fig. 195 *C, D*). — Alle in Nord- und Ostsee, europäische nordatlant. Küsten.

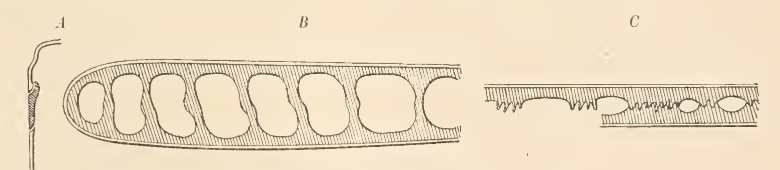


Fig. 196. *Climascophenia moniligera* Ehrenb. *A* Sagittaler Längsschnitt durch eine Ecke der Membran; *B* Septum des der Schale zugewandten Zwischenbandrandes, breites Ende; *C* dasselbe, schmales Ende. (Nach O. Müller.)

107. **Climacosphenia** Ehrenb. Zellen wie *Licmophora*. Zwischenband mit leiterartig durchbrochenem Septum. Schalen eilanzettlich bis keulenförmig, ohne Knoten und Rippen.

4 Arten, marin und fossil, z. B. *C. moniligera* Ehrenb. (Fig. 196). Kosmopolit. Küsten.

108. **Meridion** Ag. (*Eumeridion* Kütz., *Oncosphenia* Ehrenb.) Zelle ähnlich wie *Diatoma*. Schale mit transversalen Rippen (Septen); zwischen den Rippen feine transversale Punktstreifen. Die Streifen (aber nicht die Rippen) sind in der Sagittallinie durch eine glatte Linie (Pseudoraphe) unterbrochen, die sehr fein, oft kaum sichtbar ist. Schalenansicht: Grundform lineal-lanzettlich mit der Abweichung, dass sie sich vom Kopfpol zum Fußpol keilartig verjüngt. Die Enden sind abgerundet, das dicke Ende bisweilen kopfartig durch eine halsartige Einschnürung kurz vor dem Pol. In Gürtelansicht sind die Zellen keilförmig, mit geraden Seitenwänden, die beiden Enden gerade abgeschnitten. Die Rippen (Septen) reichen fast bis zu den Gürtelbändern, die Punktstreifung des Schalendeckels reicht auch noch bis auf den Schalenmantel. Nach der Teilung bleiben die jungen Schalen aneinander haften mit lückenloser Verbindungslinie, die Zellen bilden dadurch Ketten, die je nach Zellenzahl fächer- bis kreisförmig sind. Bei großer Zahl bilden sich, da die Zellen um die Centralachse sehr schwach tordiert sind, schraubenförmig aufgerollte Bänder. In den Ketten correspondieren die Schalenrippen der benachbarten Zellen mit einander, so dass die Kette concentrisch unterbrochen gestreift ist. Die Ketten sind nicht gestielt, schwimmen frei im Wasser. Chromatophoren: zahlreich, klein.

3 Arten im Süßwasser, z. B. *M. circulare* (Grev.) Ag. (Fig. 197), schöne, nicht seltene Art.

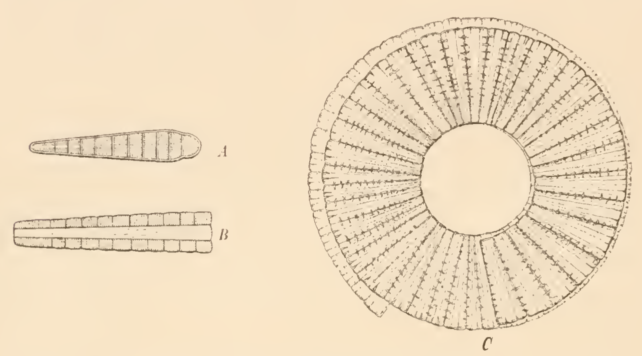


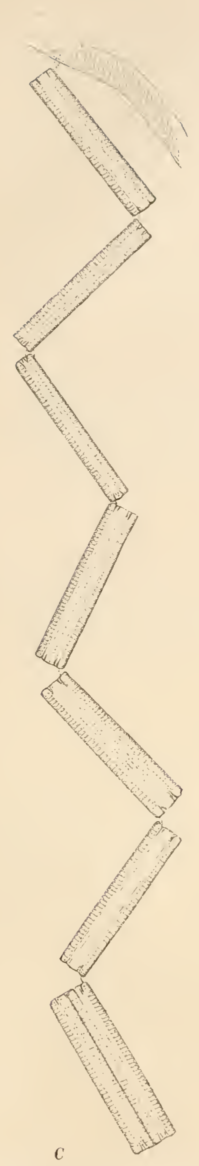
Fig. 197. *Meridion circulare* (Grev.) Ag. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (800/1); *C* Kette (400/1). (*A*, *B* nach Van Heurck; *C* nach Smith.)

B. V. 12. a. Fragilarioideae-Fragilarieae-Diatominae.

Schalenansicht rund, langelliptisch, bisquitförmig, kreuzförmig. Schalen ohne Kiel, mit Transversalrippen, von mehr oder minder tief ins Innere vorspringenden Septen herrührend. Ohne Raphe. Pseudoraphe deutlich oder fehlend. Gürtelansicht rechteckig. Schalen mit Transversalsepten (Rippen).

A. Ohne gegabelte Sagittalrippe.
  a. Schale ohne Centralknoten und -Auge . . . . 109. **Diatoma.**
  b. Schale mit Centralknoten . . . . 110. **Omphalopsis.**
  c. Schale mit Centralauge . . . . 111. **Plagiogramma.**
B. Schale mit gegabelter Sagittalrippe . . . . 112. **Hydrosilicon.**

109. **Diatoma** D. C. (*Lobarzewskya* Trev., *Neodiatoma* O. K., *Odontidium* Kütz., *Syrinx* Corda). Zellen zu kurzen Bändern oder mittels Gallertpolster zu Zickzackketten vereinigt; ebenso am Substrat haftend. Schalenansicht lanzettlich bis linear, mit Transversalrippen (Transversalsepten), die in der Mitte nicht durch die Pseudoraphe unterbrochen sind, ohne Kiel; Pseudoraphe schmal, schwer sichtbar. Gürtelansicht gestreckt-rechteckig (ringförmige Zwischenbänder mit Quersepten?). Chromatophoren: Körnchen.



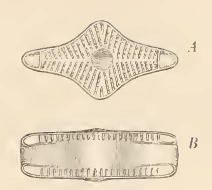


Fig. 199. *Omphalopsis australis* Grev. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. (Nach Greville.)

7 Arten im Süßwasser. — **A.** Zellen zu Zickzackketten vereinigt. Rippen zart: *D. vulgare* Bory (Fig. 198 *A*, *C*) und *D. elongatum* Ag. (Fig. 198 *B*). In Bächen durch ganz Europa. — — **B.** Zellen zu kurzen Bändern vereinigt (*Odontidium*). Rippen sehr kräftig: *D. hiemale* Lyngb. und *D. anceps* Ehrenb. in Europa.

110. **Omphalopsis** Grev. Zellen zu Bändern vereinigt, in Gürtelansicht rechteckig, in Schalenansicht kreuzförmig. Schalen mit Transversalstreifen, die in der Mitte durch schmale Pseudoraphe unterbrochen sind, und mit sehr deutlichem Centralknoten und glatten, durch Rippen (kurzes Transversalseptum) abgegrenzten Polarfeldern.

1 marine Art, *O. australis* Grev. (Fig. 199).

111. **Plagiogramma** Grev. (*Heteromphala* Ehrenb.) Zellen oft zu Bändern verbunden. Gürtelansicht rechteckig, bisweilen nahe den Polen etwas eingezogen. In der Schalenmitte ein hyaliner, gewöhnlich transversal bis an den Rand verbreiteter, structurfreier Hof, der oft durch 2 Transversalrippen (Septen) von den structurierten Schalenteilen getrennt ist, oder in der Mitte noch durch ein vom Ringseptum erzeugtes Auge (Pseudoocellus) gezeichnet ist. Schalendeckel glatt, oft durch Transversalrippen vom structurierten Teil getrennt. Zwischen centralen und polaren Rippen bisweilen noch mehrere Transversalrippen eingeschaltet. Schalenoberfläche transversal und sagittal weitläufig punktiert gestreift. Pole hyalin.

48 Arten, marin und fossil. — **A.** Schalen mit Centralsepten. — **Aa.** Sagittallinie eben, Ketten daher ohne Fenster: *P. staurophorum* (Greg.) Heib. Nordsee und nordatlant. Küsten; *P. elongatum* Grev. (Fig. 200 *A*, *B*), südatlant. Küsten. — **Ab.** Schale zwischen Polen und Centrum vertieft, Kette mit 2 Fensterchen zwischen den benachbarten Schalen. *P. Van-*

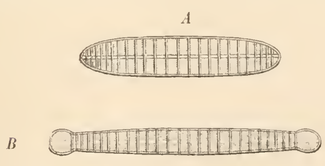


Fig. 198. *A* u. *C Diatoma vulgare* Bory. *A* Schalenansicht; *C* Kette in Gürtelansicht. — *B D. elongatum* Ag., Schalenansicht. (*A*, *B* nach Van Heurck; *C* nach W. Smith.)

heurckii Grun. an der belgischen Küste. — **B.** Schale mit centralen und polaren Rippen: *P. pulchellum* Grev., atlant. Küsten. — **C.** Schalen mit zahlreichen Transversalsepten: *P. californicum* Grev. (Fig. 200 *C, D*), fossil im Guano von Californien.

112. Hydrosilicon Brun. Schale blattartig, bisweilen geigenförmig, mit mittlerer transversaler und einer sagittalen Linie (Pseudoraphe?). Die Sagittallinie gabelt sich in je 2 diagonal gerichtete Äste. Schalenrand verdickt, mit großen Perlen; Schalendeckel mit gekrümmten Streifensystemen, deren Centrum an den von den rippenartigen Linien erreichten Punkten des Schalenrandes liegt. Schale in Gürtelansicht gewölbt, mit stark eingezogener Mitte. Systematische Stellung noch zweifelhaft.

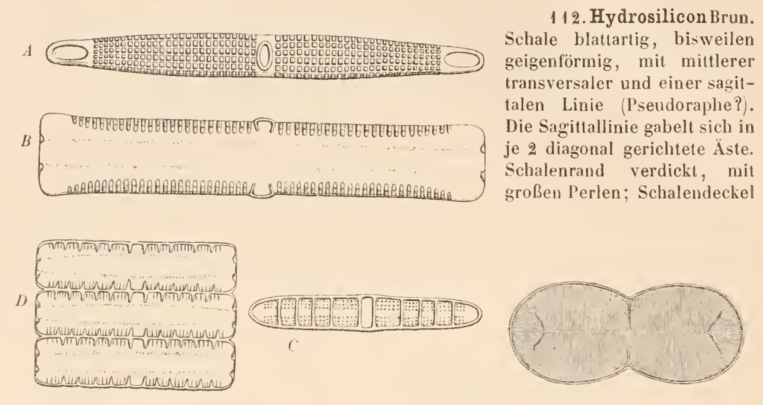


Fig. 200. *A, B Plagiogramma elongatum* Grev. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. — *C, D P. californicum* Grev. *C* Schalen-, *D* Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

Fig. 201. *Hydrosilicon mitra* Brun Schalenansicht (400/1). (Nach Van Heurck.)

2 Arten, marin, z. B. *H. mitra* Brun (Fig. 201).

B. V. 12. b. Fragilarioideae-Fragilarieae-Fragilariinae.

Schalenansicht gestreckt, stabähnlich. Schalen eben oder fast eben, mit geringen centralen und polaren Erhebungen; ohne Kiel, ohne Transversalrippen, aber oft mit punktierten Transversalstreifen. Ohne Naht. Pseudoraphe vorhanden oder fehlend, ohne echten Centralknoten. Polarknoten vorhanden oder fehlend. Chromatophoren plattenförmig oder körnig. Zellen oft zu Bändern vereinigt. Gürtelansicht meist rechtwinkelig, sehr selten gebogen.

A. Zellen nicht halbröhrenförmig.
  I. Schalen zum Transversalschnitt symmetrisch (beide Enden gleich).
    a. Schale eben, ohne Knoten. Zellen in Ketten. Ketten ohne Lücken zwischen den Schalen . . . . **113. Fragilaria.**
    b. Schalen in sagittaler Richtung wellig-gewölbt. Ketten mit Lücken zwischen den Schalen.
      α. Schalen transversalstreifig geperlt; Pseudoraphe deutlich, mit echten oder imitierten Polarknoten. . . . . **114. Dimerogramma.**
      β. Schale ohne Pseudoraphe.
        I. Schale punktiert.
          1. Schale mit sagittalen Punkt- oder Dornenreihen, symmetrisch zur Sagittallinie . . . . **115. Cymatosira.**
          2. Schale zerstreut-punktiert, *Cymbella*-ähnlich . . . **116. Campylosira.**

II. Schale mit transversalen Reihen großer Perlen . . . . 117. **Terebraria.**

c. Schalen eben oder sehr schwach gewölbt, oft mit Endknoten und Spuren einer Raphe, mit Gallertpolstern, sitzend oder frei, keine Bandketten bildend, in Schalen- und Gürtelansicht stabförmig . . . . 118. **Synedra.**

II. Schalen zum Transversalschnitt unsymmetrisch. Enden ungleich.

a. Ein Schalenende stärker verjüngt als das andere, in Schalenansicht schmäler, in Gürtelansicht breiter als das andere. Schalenrand gekerbt. Zelle sehr lang 119. **Thalassiothrix.**

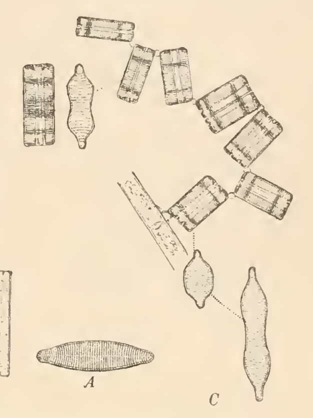
b. Beide Enden kopfartig angeschwollen.

α. Sagittallinie ohne breites Mittelfeld, nicht tordiert . . . 120. **Asterionella.**

β. Sagittallinie mit sehr breitem, punktiertem Mittelfeld. Spalte um Sagittalachse tordiert . . . . 121. **Clavicula.**

B. Zellen halbröhrenförmig . . . . 122. **Tubularia.**

113. **Fragilaria** Lyngb. (*Diatomosira* Trev., *Grammatonema* Kütz., *Grammonema* Ag., *Nematoplata* Bory., *Ralfsia* O'Meara, *Temachium* Wallr.) Zellen nach allen drei Richtungen symmetrisch. Zellen zu meist bandförmigen Ketten verbunden; Ketten bisweilen zum Zickzack aufgelöst. Schalen ohne Knoten, ohne Rippen, doch bisweilen mit rippenähnlichen Perlenreihen (*Odontidium*), eben, beide Pole gleich. Gürtelansicht rechteckig, meist schmal lineal. Chromatophoren: Körnchen oder Platten.

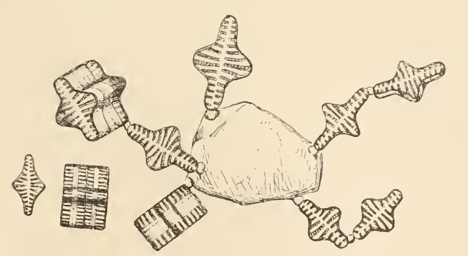


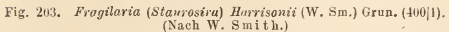
B

Fig. 202. *Fragilaria* (*Eufragilaria*) *virescens* Ralfs. *A* Schalenansicht; *B* Kette in Gürtelansicht (600/1); *C* gestielte Colonie. (*A* nach Van Heurck; *B*, *C* nach W. Smith.)

102 Arten, im Süß- und Salzwasser, sowie fossil.

Sect. I. *Eufragilaria* Ralfs. Pseudoraphe sehr schmal, kaum sichtbar. Chromatophoren kleinkörnig. Häufige Süßwasserform in ganz Europa: *F. virescens* Ralfs (Fig. 202); marin ist: *F. hyalina* (Kütz.) Grun. im Mittelmeer und Atlantik.




Fig. 203. *Fragilaria* (*Staurosira*) *Harrisonii* (W. Sm.) Grun. (400/1). (Nach W. Smith.)

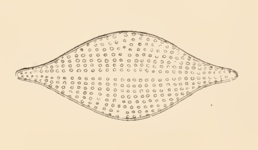


Fig. 204. *Fragilaria* (*Raphoneis*) *amphiceros* Ehrenb. (600/1). (Nach Van Heurck.)

Sect. II. *Staurosira* Ehrenb. (*Odontidium* Kütz.) Pseudoraphe breit, oft lanzettlich. Chromatophoren: Platten ähnlich denen von *Synedra*. Im Süßwasser kosmopolitisch: *F. capucina* Desmar; ebenso *F. Harrisonii* (W. Sm.) Grun. (Fig. 203).

Sect. III. *Raphoneis* Ehrenb. (*Doryphora* Kütz.) Zellen in Schalenansicht lanzettlich bis elliptisch, meist an den Enden geschnäbelt. Schalen mit transversalen und sagittalen, etwas strahligen Perlschnurreihen; nicht gerippt. Sagittallinie punktfrei. Pole ohne Knoten. Pseudoraphe mehr oder minder deutlich, oft sehr schmal, oft unregelmäßig, fein punktiert. Gürtelansicht rechteckig; schmal gestreckt, mit geraden Seiten. — 48 Arten beschrieben, marin und fossil, z. B. *F. amphiceros* Ehrenb. (Fig. 204) an europäischen Küsten.

114. **Dimerogramma** Ralfs (*Denticula* Kütz.). Schalen lanzettlich bis linear-lanzettlich, zum Teil in der Mitte verbreitert, zum Teil schwach verjüngt. Gürtelansicht im ganzen rechteckig, mit abgerundeten Ecken. Langseiten fast eben, Pole etwas erhaben, nahe den Polen etwas eingezogen. Centrum eben oder flach gewölbt.

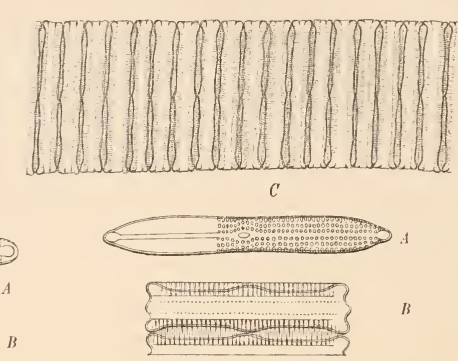


Fig. 205. *A Dimerogramma* (*Eudimerogramma*) *marinum* (Greg.) Ralfs, Schalenansicht. — *B D. fulvum* (Greg.) Ralfs, Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

Fig. 206. *Dimerogramma* (*Glyphodesmis*) *Williamsonii* Greg. *A* Schalenansicht (600/1); *B* Gürtelansicht (600/1); *C* Kette (400/1).

Schale mit polaren Knoten, mit oder ohne centralen Knoten, und mit Pseudoraphe, transversal gestreift. Streifung von transversal-sagittalen Perlenreihen oder transversal rippenartig gestreckten Perlen. Streifung von der Pseudoraphe unterbrochen. Zellen Bandketten bildend.

Sect. I. *Eudimerogramma* F. S. Schalen ohne centrale Knotenerhöhung, in Gürtelansicht nur auf kurze Strecke hinter den Polen eingezogen. Bei der Kettenbildung haften die Zellen daher mit einem Teil der Sagittallinie aneinander, in der Nähe der Pole bleibt ein kleiner Spalt (Fensterchen). — 12 Arten, marin und fossil. *D. marinum* (Greg.) Ralfs (Fig. 205 *A*) an den nordatlantischen Küsten; *D. fulvum* (Greg.) Ralfs (Fig. 205 *B*).

Sect. II. *Glyphodesmis* Grev. (*Diadesmis* Kütz.) Schalen mit centralem Knoten, der bisweilen als Buckel hervortritt, und polarem, buckelartig gewölbtem Knoten. Langseiten in Gürtelansicht nicht eben. In den Bandketten berühren sich die Schalen nur an den Polen und dem Centrum, wenn auch dieses gewölbt ist. Die Sagittallinien sind von einander entfernt. Zwischen 2 Zellen bleibt ein in der Mitte eingeschnürter Zwischenraum (Fensterchen). Selten haben die Schalen einen Randstreifen mit Stacheln. — 9 Arten, marin. *D. Williamsonii* Greg. (Fig. 206) mit Stachelwandkranz und transversalen Perlenreihen, in Schalenansicht in der Mitte eingezogen, in Gürtelansicht gebuckelt; atlantische Küsten Europas. *D. distans* (Greg.) ohne Stachelkranz in der Mitte, in Schalenansicht verbreitert, in Gürtelansicht nicht gewölbt. Schalenstructur mit transversalen Scheinrippen, ohne Perlenreihen; atlantische Küsten Europas.

115. **Cymatosira** Grun. Zellen fest zu Bändern verbunden. Schalen in Schalenansicht lanzettlich-schiffchenförmig. Schalendeckel grobpunktiert, bestachelt. Die Punkte lassen ein mehr oder minder breites sagittales Feld frei, das einer Pseudoraphe ähnlich ist, doch bisweilen auch fehlt. In Gürtelansicht sind die Schalen wellig-rechteckig, zwischen Polen und Centrum leicht eingezogen. Die Zellen bleiben nach der Teilung

aneinander haften mittels der Dornenreihen (ähnlich wie *Rutilaria*) und bilden dadurch bandartige Ketten, in denen die Schalendeckel aber nirgends aneinander grenzen, sondern durch einen nur durch die Dornen überbrückten Zwischenraum getrennt sind. — *Cymatosira* ist Bindeglied zwischen *Fragilaria* und *Rutilaria*.

4 Arten, marin und fossil, z. B. *C. belgica* Grun. (Fig. 207) mit breitem Sagittalfeld, Nordatlantik; *C. Lorenziana* Grun. ohne Sagittalband, Mittelmeer.

116. **Campylosira** Grun. Schalenansicht wie bei *Cymbella*. Enden geschnäbelt. Dorsaler Rand der Schale stark gekrümmt, ventraler Rand schwach concav. Schale zerstreut punktiert, ohne Raphe und Pseudoraphe, ohne Knoten. Gürtelansicht gebogen, nahe den Enden eingezogen. Zellen bleiben nach der Teilung mit der Sagittallinie der Schalen aneinander haften und bilden dadurch Bandketten; zwischen je 2 Zellen, nahe den Polen, bleibt je eine schmale Lücke (Fensterchen).

2 Arten, marin und fossil, z. B. *C. cymbelliformis* (Schmidt) Grun. (Fig. 208) an der belgischen Küste.

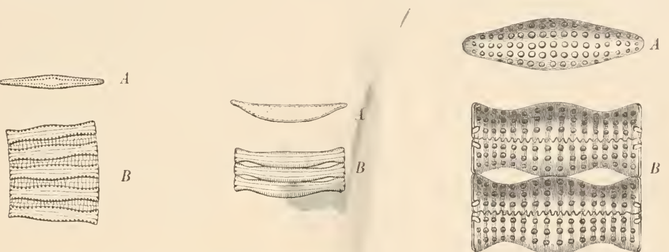


Fig. 207. *Cymatosira belgica* Grun. *A* Schalen-, *B* Gürtelbandansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

Fig. 208. *Campylosira cymbelliformis* (Schmidt) Grun. *A* Schalenansicht; *B* Kette in Gürtelansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

Fig. 209. *Terebraria barbadensis* Grev. *A* Schalenansicht; *B* Kette in Gürtelansicht (400/1). (Nach Greville.)

117. **Terebraria** Grev. Zelle von der Gürtelseite 4eckig, mit doppelt gewellten Schalenseiten. Schalen in Schalen- wie Gürtelansicht mit transversalen Reihen von rundlichen, getrennten Perlen (Areolen). Gürtelnaht gezähnt. Schalen elliptisch.

1 fossile Art, *T. barbadensis* Grev. (Fig. 209).

118. **Synedra** Ehrenb. (*Campylostylus* Shadb., *Ctenophora* Bréb., *Desmogonium* Ehrenb., *Echinella* Bréb., *Exilaria* Grev., *Hytrix* Bory, *Grallatoria* Kütz., *Pseudo-Synedra* Lend. Fortm., *Psygmatella* Kütz., *Rabdium* Wallr., *Rhabdosira* Ehrenb., *Rimaria* Kütz., *Scaphularia* Pritchard, *Tabularia* Kütz., *Thalassionema* Grun., *Ulnaria* Kütz.) Zellen angewachsen, einzeln oder fächerartig, verbunden oder gestielt. In der Sagittalrichtung sehr stark gestreckt, mehr oder weniger lanzettlich-linear, bisweilen etwas gekrümmt. Schalen meist mit Pseudoraphe oder einem sagittalen, hyalinen Streifen, bisweilen mit falschem Central- und Polarknoten. Chromatophoren: 2 Platten mit gelapptem Rand.

105 Arten im Süß- und Salzwasser, sowie fossil.

Sect. I. *Eusynedra* Ehrenb. Schalen lineal, an den Enden bisweilen etwas verdickt. Streifung transversal, fein, gleichmäßig. Häufige Arten: *S. radians* (Kütz.) Grun. (Fig. 210 *D*), *S. pulchella* Kütz., *S. Ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *S. acus* (Kütz.) Grun., *S. capensis* Grun. (Fig. 210 *A*).

Sect. II. *Ardissonia* De Notaris. Schalen lineal, Streifung transversal, durch 2 dem Rand benachbarte parallele Furchen oder Linien unterbrochen: *S. fulgens* (Kütz.) W. Sm. (Fig. 210 *B*, *C*), *S. crystallina* (Lyngb.) Kütz., *S. superba* (Kütz.) Grun. (Fig. 211), *S. gracilis* Kütz. (Fig. 212).

Sect. III. *Toxarium* Bail. Schalen sehr lang gestreckt, in der Mitte verdickt, an den Polen zu Köpfchen erweitert. Seiten meist undulierend. Transversalstreifung im Centralteil die Pseudoraphe nicht erreichend, hier einen länglichen, unregelmäßig punktierten Hof bildend. — *S. undulata* (Bail.) Greg. (Fig. 213); *S. Hennedyana* Greg.

119. **Thalassiothrix** Cleve et Grun. Zellen lineal, durch kleine Gallertpolster mit je einer Ecke verbunden, strahlige Colonien bildend. Zellen *Synedra*-ähnlich, Trans-

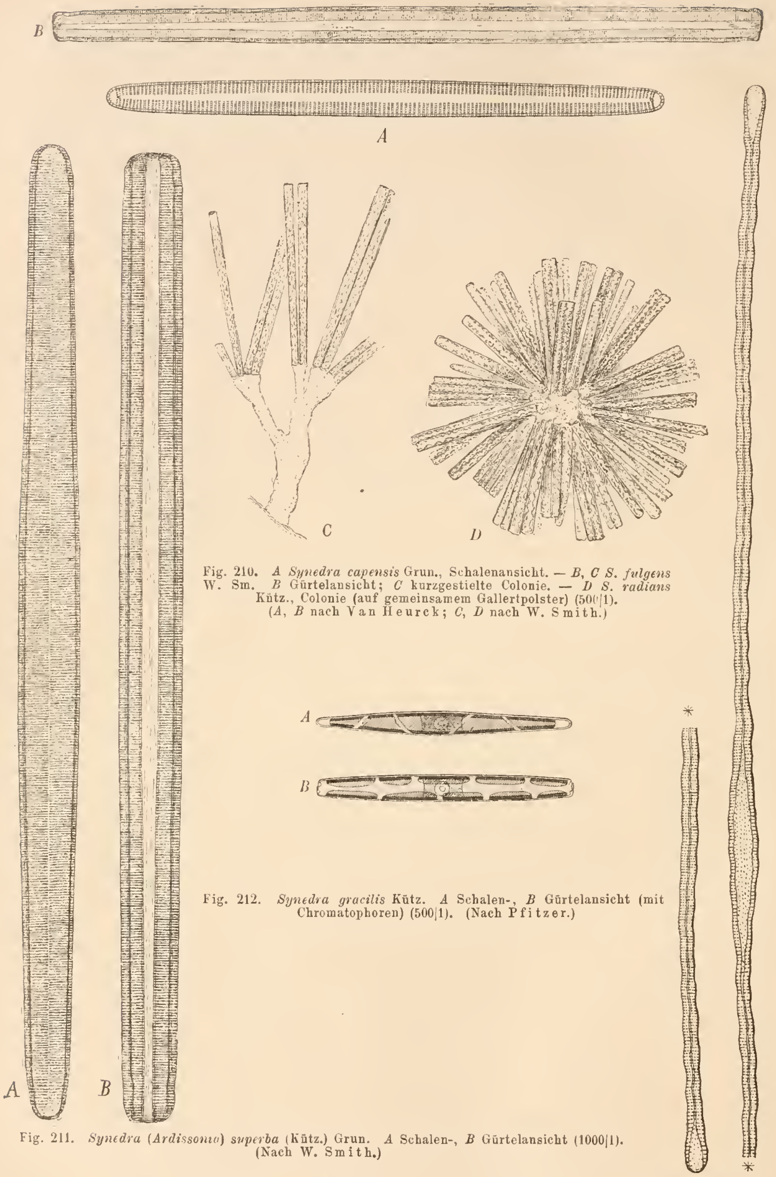


Fig. 210. *A Synedra capensis* Grun., Schalenansicht. — *B*, *C S. fulgens* W. Sm. *B* Gürtelansicht; *C* kurzgestielte Colonie. — *D S. radians* Kütz., Colonie (auf gemeinsamem Gallertpolster) (500/1). (*A*, *B* nach Van Heurck; *C*, *D* nach W. Smith.)

Fig. 212. *Synedra gracilis* Kütz. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (mit Chromatophoren) (500/1). (Nach Pfitzer.)

Fig. 211. *Synedra* (*Ardissonia*) *superba* (Kütz.) Grun. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (1000/1). (Nach W. Smith.)

Fig. 213. *Synedra* (*Toxarium*) *undulata* W. Sm., Schalenansicht (gebrochen). (Nach Van Heurck.)

versalschnitt quadratisch, das eine Zellende in Schalenansicht schmäler, in Gürtelansicht breiter als das andere. Schale mit 2 Reihen erhabener Punkte oder Stachelchen.

6 Arten, marin: *T. Frauenfeldii* Grun. (Fig. 214 *A—C*) und *T. longissima* Cleve et Grun. (Fig. 214 *D—H*).

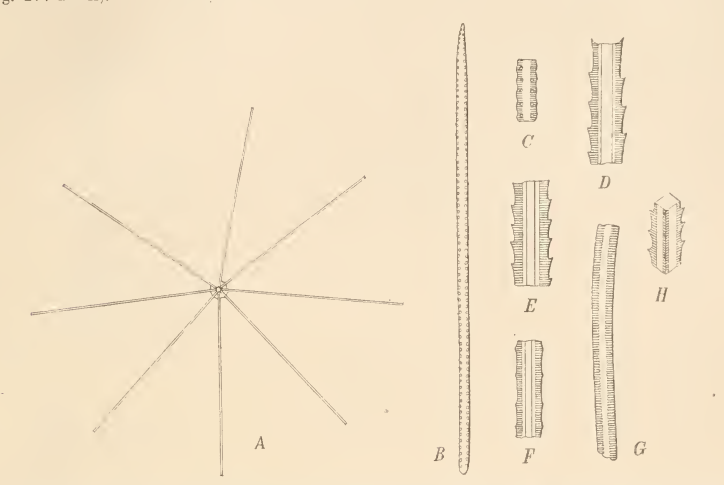


Fig. 214. *A—C Thalassiothrix Frauenfeldii* Grun. *A* Kette in Gürtelansicht (200/1); *B* Schalenansicht (600/1); *C* Stückchen der Schale (1000/1). — *D—H T. longissima* Cleve et Grun. var. *antarctica* Cleve et Grun. *D—G* Gürtelansicht (600/1). *D* oberes Ende; *E*, *F* mittlere Stücke; *G* unteres Ende; *H* Stück perspectivisch. (*A* nach Castracane; *C—H* nach Van Heurck.)

120. **Asterionella** Hass. Zellen schmal lineal, mit ungleich stark verdickten Polenden. Ende in Schalenansicht kopfförmig, in Gürtelansicht lineal. Enden ungleich aufgeschwollen. Mit dem dickeren Ende zu sternförmigen Colonien verwachsen.

10 Arten, im Süß- und Salzwasser. *A. formosa* Hass. (Fig. 215).

121. **Clavicula** Pant. Zellen lang gestreckt, mit verdickten Polen, 2 glatten, über die ganze Schale gestreckten Längszonen, mit centralem und 2 lateralen Bändern von Punkten. Systematische Stellung unsicher.

5 Arten, fossil. *C. polymorpha* Grun. et Pant. (Fig. 216 *A*). *C. platycephala* Grun. (Fig. 216 *B*).

122. **Tubularia** Brun. Zelle halbröhrenförmig, etwas tordiert, in Gürtelansicht flach. Schalen transversal gestreift, mit dunkler Sagittallinie, Enden der Röhre schief geöffnet, mit großem hyalinen Feld.

1 sehr seltene Art, *T. pistillaris* Brun. (Fig. 217), an der atlantischen Küste.

B. V. 12. c. Fragilarioideae-Fragilarieae-Eunotiinae.

Zellen *Cymbella*-ähnlich. Transversalschnitt rechteckig. Zellen in Gürtelansicht rechteckig, Schalenansicht C-förmig gebogen. Raphe der concaven Schalenseite genähert, mit besonderer Ausbildung oder reduciert, oder als Pseudoraphe angedeutet. Centralknoten meist fehlend. Polarknoten dem Rande genähert. Schalen transversal gestreift. Chromatophoren: 2 Platten, den Schalen anliegend. Mit den *Cymbelleae* nahe verwandt.

A. Beide Pole gleich entwickelt.

a. Pseudoraphe deutlich, dem concaven Rande genähert. Centralknoten erkennbar, Polarknoten deutlich. Concaver Schalenrand in der Mitte mit Anschwellung **123. Ceratoneis.**

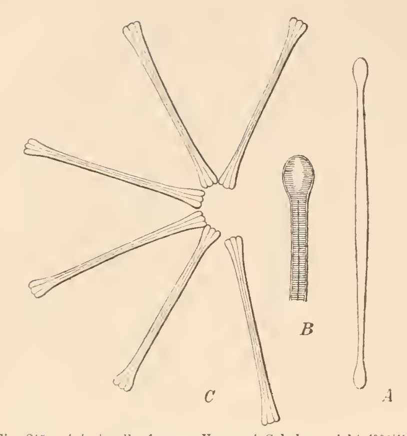
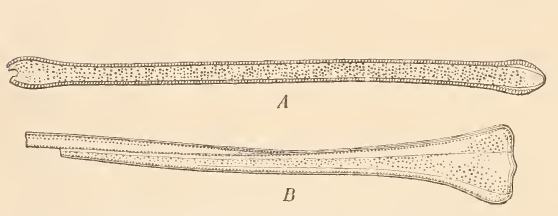
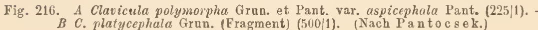



Fig. 215. *Asterionella formosa* Hass. *A* Schalenansicht (600|1); *B* Köpfchen in Schalenansicht (1000|1); *C* Kette (600|1. (Nach Van Heurck.)


Fig. 217. *Tubularia pistillaris* Brun. (600|1). (Nach Van Heurck.)




Fig. 216. *A Clavicula polymorpha* Grun. et Pant. var. *aspicephala* Pant. (225|1). — *B C. platycephala* Grun. (Fragment) (500|1). (Nach Pantocsek.)

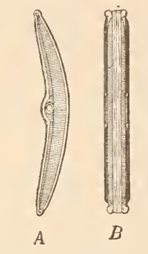


Fig. 218. *Ceratoneis arcus* (Ehrenb.) Kütz. (500|1). (Nach Smith.)

b. Schalenfläche ohne Unterbrechung transversal gestreift. Pseudoraphe nicht sichtbar oder am Rande liegend, ohne Centralknoten und ohne Anschwellung des concaven Schalenrandes . . . . **124. Eunotia.**

B. Zelle an einem Pole keulenartig angeschwollen . . . .**125. Actinella.**

123. **Ceratoneis** Ehrenb. (*Eu-Ceratoneis* Grun., *Toxosira* Bréb.) Zellen frei, in Gürtelansicht lineal, in Schalenansicht bogenförmig. Schalen mit deutlichen Polarknoten und weniger deutlichem, ringförmigem Centralknoten, mit Pseudoraphe dem concaven Rande sehr genähert.

3 Arten im Süßwasser und fossil. In Bächen Europas; *C. arcus* (Ehrenb.) Kütz. (Fig. 218).

124. **Eunotia** Ehrenb. (*Amphicampa* Ehrenb., *Climacidium* Ehrenb., *Desmogonium* Ehrenb., *Heterocampa* Ehrenb., *Ophidocampa* Ehrenb., *Ponticella* Ehrenb.) Zellen frei oder zu Bändern vereinigt, oder angewachsen, in Gürtelansicht rechteckig, in Schalenansicht bogenförmig, der convexe Rand oft gewellt. Schalen mit Transversalstreifen, ohne Rippen, mit Polarknoten, ohne Centralknoten. Chromatophoren: kleinplattig. Auxosporen: 1 aus 2 Mutterzellen.

Sect. I. *Himantidium* Ehrenb. Schalen nach der Teilung der Zellen mit der Deckelfläche aneinander haftend. Zellen dadurch mehr oder minder lange Bänder bildend. Convexer Schalenrand meist nicht unduliert, Zellen in Schalenansicht meist schlank, mehr bogen- als halbmondförmig. Das Ende der Zelle in Schalenansicht entweder nicht gekopft

oder ein wenig, namentlich an der convexen Seite, kopfartig angeschwollen. Die Endknoten erscheinen in Gürtelansicht zu einem kurzen Stäbchen oder Faden verlängert. — 12 Arten im Süßwasser oder fossil. Bekopfte Zellenenden haben: *E. arcus* Ehrenb., *E. major* (W. Sm.) Rab. (Fig. 219 *C, D*), *E. gracilis* (Ehrenb.) Rab. Alle in Europa verbreitet. — Zellenden nicht bekopft, verjüngt bei *E. pectinalis* (Kütz.) Rab. (Fig. 219 *E*).

Sect. II. *Eunotia* Ehrenb.. Zellen meist frei, nicht zu langen Bändern verbunden, selten zu 2 vereinigt, oft einzeln auf Wasserpflanzen. Convexer Schalenrand oft gewellt, mit bisweilen sehr seichten Wellen, bisweilen in der Mitte bauchig angeschwollen. Schalen meist weniger schlank gestreckt, oft halbmondartig.

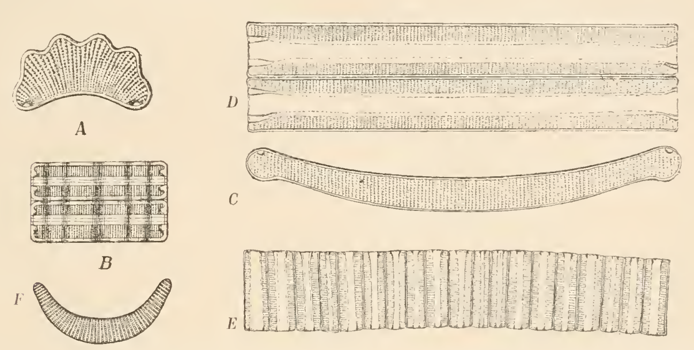


Fig. 219. *A, B* **Eunotia (Eueunotia) tetraodon** Ehrenb. (400/1). — *C, D* **E. (Himantidium) major** (W. Sm.) Rab. (400/1). — *E* **E. pectinalis** (Kütz.) Rab. var. *undulata* Ralfs, Kette (200/1). — *F* **E. (Pseudoeunotia) hemicyclus** Ehrenb. (*E* nach W. Smith; *F* nach Van Heurck.)

Subsect. 1. *Eu-Eunotia* F. S. Polarknoten entwickelt. 33 Arten, im Süßwasser und fossil. — **A.** Convexer Schalenrand nicht wellig oder gezähnt, aber in der Mitte und mehr oder weniger auch am Ende geschwollen: z. B. *E. formica* Ehrenb. Nordamerika. — **B.** Convexer Schalenrand gezähnt oder gewellt, mit 2 Wellen: z. B. *E. diodon* Ehrenb., *E. camelus* Ehrenb.; mit 3 Wellen *E. triodon* Ehrenb.; mit 4 Wellen *E. tetraodon* Ehrenb. (Fig. 219 *A, B*); mit 5—20 Wellen *E. robusta* Ralfs. Alle im Süßwasser, meist in Europa.

Subsect. 2. *Pseudoeunotia* Grun. Polarknoten und Pseudoraphe unterdrückt. 14 Arten, meist im Süßwasser, wenige marin, manche fossil. — Im Süßwasser: *E. lunaris* Ehrenb., *E. hemicyclus* Ehrenb. (Fig. 219 *F*); marin im indischen Ocean: *E. doliolus* (Wall.) Grun.

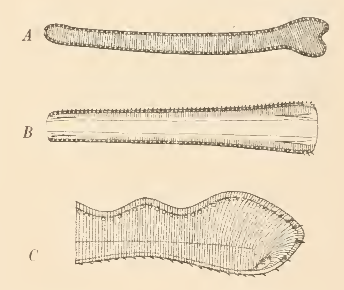


Fig. 220. *A, B* *Actinella punctata* Lewis. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. — *C* *A. mirabilis* Grun., Ende der Zelle in Schalenansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

125. **Actinella** Lewis (*Desmogonium* Eul.). Schalen gebogen, an den Enden ungleich, keulenförmig angeschwollen, bisweilen am convexen Rande gezähnt, mit deutlichen Polarknoten. Schalenrand mit großen Perlen und oft mit kleinen Dornen. Structur fein punktierte Streifung. Zellen mit den schmäleren Enden angewachsen, fächerförmige Colonien bildend.

4 Arten im Süßwasser und fossil. *A. punctata* Lewis (Fig. 220 *A, B*), fossil, in Nordamerika, *A. mirabilis* Grun. (Fig. 220 *C*) in Brasilien.

B. VI. 13. Achnanthoideae-Achnantheae.

Zellen zu Sagittal- und Transversalschnitt symmetrisch, zu Gürtelschnitt nicht symmetrisch. Teilungsebene gebrochen, so dass auch die Raphe gebrochen ist. Schalen ungleichartig, die eine mit echter Raphe, die andere nur mit Raphelinie (Pseudoraphe). Transversalachse gerade. Zellen nicht flach scheibenförmig. Ausdehnung in Richtung der Sagittalachse überwiegend, in transversaler Richtung oft flach zusammengedrückt.

126. **Achnanthes** Bory (*Achnanthella* Gaill., *Cymbosira* Kütz., *Echinella* Bréb., *Monogramma* Ehrenb.). Zellen zu Sagittal- und Transversalebene symmetrisch, zu mittlerem Querschnitt unsymmetrisch, knieförmig um die Transversalachse gebogen. Schalen vom Schiffchentypus elliptisch bis lanzettlich gestreckt, oft in der Mitte transversal eingeengt oder eingeschnürt, ungleichartig, die obere convex mit Pseudoraphe, die untere concav mit echter Raphe und mit Central- und Polarknoten. Beide Schalen sind gestreift mit transversalen Punktreihen, bisweilen mit Rippen zwischen den Punktreihen, die um den Centralknoten bisweilen schwachstrahlig angeordnet sind. Der Centralknoten der concaven Schale ist oft zu einem Stauros verbreitert. Die Zellen leben einzeln oder bleiben nach der Teilung vereinigt, meist kurze, bisweilen lange Ketten bildend, wobei die Sagittallinien der benachbarten entgegengesetzt, aber gleich stark gebogenen Schalen lückenlos aneinander haften. Die Ketten sind gestielt, indem an dem einen Pol der concaven rapheführenden Schale der primären Zelle ein Gallertcylinder ausgebildet wird, mittels dessen die Zelle am Substrat befestigt ist. Die folgenden Zellen bilden keinen Stiel mehr aus. Der Stiel ist wachstumsfähig, bei verschiedenen Arten aber verschieden stark. Stiel am Pol der unteren concaven Schale haftend. Ringförmige Zwischenbänder?) Chromatophoren meist eine große Platte, der convexen Schale anlagernd, bisweilen kleine Körnchen. Auxosporen: 2 aus einer Mutterzelle, ohne Conjugation mit anderen Zellen.

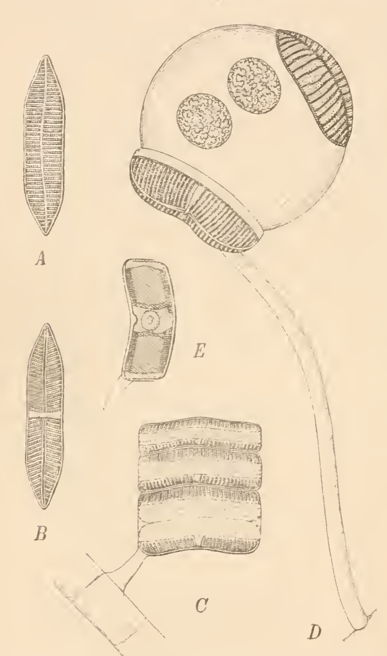


Fig. 221. *A—C Achnanthes brevipes* Ag. *A, B* Schalenansicht, *A* obere convexe, *B* untere concave Schale; *C* kurze Kette in Gürtelansicht. — *D* Auxosporenbildung von *A. longipes* Ag., der Stiel ist an der Mittellinie befestigt, was in der Zeichnung nicht wiedergegeben ist. (Alle 400/1). *E* Chromatophoren (500/1). (*A—C* nach W. Smith; *D* nach T. West; *E* nach Pfitzer.)

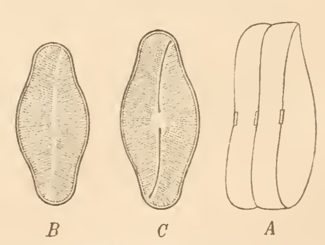


Fig. 222. *A—C Achnanthes* (*Achnanthidium*) *flexella* (Kütz.) Bréb. *A* Gürtel-, *B—C* Schalenansicht, *B* obere Schale ohne Raphe, *C* untere mit Raphe (600/1). (Nach Van Heurck.)

Sect. I. *Euachnanthes* F. S. Raphe und Pseudoraphe sind gerade median, oder wenig excentrisch, nicht S-förmig gebogen. Zellen meist gestielt. — 68 Arten im Süß- und Brackwasser, an der Meeresküste und fossil. Marine Arten, deren untere Schale mit Stauros. Rippen und Punktreiben versehen ist, sind: *A. longipes* Ag. (Fig. 221 *D*) mit schlankem, kräftigem, langem Stiel, in Ost- und Nordsee. *A. costata* Grev., tropisch. Mit Stauros ohne Rippen und mit etwas excentrischer Pseudoraphe sind: *A. brevipes* Ag. (Fig. 221 *A—C*) mit kurzem, kräftigem, cylindrischem Stiel, in Ost- und Nordsee, Mittelmeer. *A. subsessilis* Kütz., dessen Stiel zu einem formlosen, kleinen Gallertklumpen reduciert ist, im Süß- und Brackwasser, in Nordeuropa. *A. coarctata* (Bréb.) Grun., in der Mitte und nahe den Polen transversal eingezogen. Enden wieder kopfartig verbreitert; im Süßwasser Nordeuropas. *A. exilis* Kütz. mit sehr langen, dünnen, fadenartigen Stielen, im Süßwasser, in Europa und Afrika. Ohne Stauros: *A. delicatula* Kütz., *A. minutissima* Kütz.; beide im Süßwasser.

Sect. II. *Achnanthidium* Kütz. (*Falcatella* Rab.) Schalen elliptisch, in mittlerer Transversalrichtung ausgebaucht. Raphe und Pseudoraphe S-förmig gebogen, mit den Enden den Seitenrändern genähert. Zellen meist frei. — 2 Arten im Süßwasser, z. B. *A. flexella* Kütz. (Fig. 222).

B. VI. 14. Achnanthoideae-Cocconeideae.

Schale zu Sagittal- und Transversalschnitt symmetrisch. Zellen flach, plattenartig, Centralachse verkürzt. Schalen ungleichartig, obere mit Pseudoraphe, untere mit echter Raphe und Centralknoten, meist ohne Polarknoten. Gürtelansicht zum Transversalschnitt symmetrisch. Schale mehr oder weniger gebogen, doch so, dass die Sagittalachse gerade bleibt. Oft mit Zwischenbändern und Transversalseptum, das so reichlich gefenstert ist, dass nur schmale Stäbe zwischen den Fenstern übrig bleiben, die in Schalenansicht als Rippen erscheinen. Chromatophoren: Eine der convexen Schale anliegende Platte. Auxosporen: Eine Mutterzelle bildet ungeschlechtlich eine Auxospore.

A. Septum flächenhaft nach innen reichend, mit großen Fensterchen **127. Campyloneis.**

B. Septum fehlt oder bildet nur einen schmalen Rand radialer kleiner Fensterchen **128. Cocconeis.**

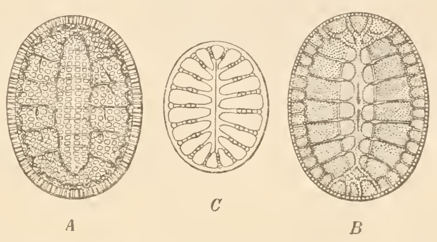


Fig. 223. *Campyloneis Grevillei* (W. Sm.) Grun. *A* obere Schalenansicht ohne Raphe; *B* untere mit Raphe; *C* Zwischenband mit Septum, mit Fensterzone und Radialwänden (Rippen). (Nach Van Heurck.)

127. Campyloneis Grun. Zellen nach Sagittal- und Transversalschnitt symmetrisch, nach medianem Querschnitt unsymmetrisch, in Gürtelansicht gebogen. Schalen verschieden, unten mit gerader Raphe und Centralknoten, ohne Polarknoten, obere mit Pseudoraphe, ohne Knoten, netzig punktiert. Zwischen unterer Schale und Gürtelband ein Zwischenband mit vollständigem, bis zur Mitte reichendem Transversalseptum, durch eine Zone von vorgestreckten Fenstern durchbrochen, deren Wände in unterer Schalenansicht als Rippen erscheinen. Chromatophoren: Eine große Platte, der oberen Schale anliegend.

5 Arten, marin und fossil; z. B. *C. Grevillei* (W. Sm.) Grun. (Fig. 223), marin und kosmopolitisch; *C. Argus* Grun. in Norddeutschland.

128. Cocconeis Ehrenb. (*Actinoneis* Cleve, *Heteroneis* Cleve). Zellen *Navicula*-ähnlich, flach-blattartig, oder nach Art einer concav-convexen Linse gewölbt, gerade oder gebogen, in Schalenansicht rund-elliptisch bis kreisförmig, mit meist punktierter Streifung, die in der Mitte fast transversal, nach den Polen zu mehr gekrümmt, hyperbolisch wird. Schalen ungleichwertig, die eine mit echter Raphe und Knoten, die andere mit Pseudoraphe ohne Knoten. Ein Zwischenband mit Quersepten vorhanden oder fehlend. Querseptum — wenn vorhanden — nur einen Randkranz bildend, nicht bis zur Mitte reichend, so dass die Hauptfläche des Querschnitts frei davon bleibt. Randseptum mit vielen Ausschnitten, erscheint in

Schalenansicht als Kranz kleiner Plättchen. Die stäbchenartig schmalen Trennungswände der Ausschnitte erscheinen in Schalenansicht wie ein Kranz kurzer radialer Randrippen. Chromatophoren: Eine große Platte, der convexen Schale anliegend. Auxosporen: Aus

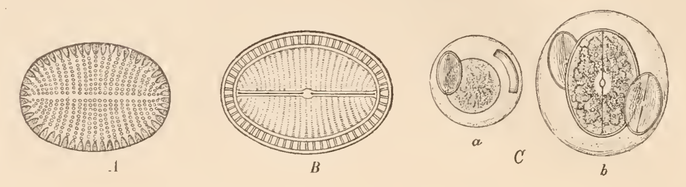


Fig. 224. *A, B Cocconeis* (*Eucocconeis*) *scutellum* Ehrenb. *A* obere, *B* untere Schale (600/1). — *C, a* u. *b C. placentula* Ehrenb., Auxosporenbildung. (*A, B* nach Van Heurck; *C* nach W. Smith.)

einer Zelle entsteht in dicker Gallerthülle auf ungeschlechtlichem Wege eine Auxospore. Die Zellen leben isoliert oder in Mengen neben einander, nicht über einander, meist epiphytisch auf höheren Algen.

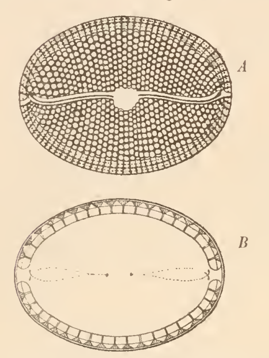


Fig. 225. *Cocconeis* (*Orthoneis*) *punctatissima* Grev. *A* Zelle in Schalenansicht; *B* Zwischenband mit Septum in Schalenansicht, mit Andeutung der Medianlinie der beiden Schalen als punktierte Linien (500/1). (Nach Van Heurck.)

Sect. I. *Eucocconeis* F. S. Schalen gebogen. — 107 Arten. Obere Schale z. T. hyperbolisch gerippt, z. B. *C. pacifica* Grun., marin, z. T. punktiert hyperbolisch gestreift, z. B. *C. scutellum* Ehrenb. (Fig. 224 *A, B*), gewöhnlichste marine Form; z. T. bilden die Punkte außer den hyperbolischen noch annähernd sagittale zarte Streifen, z. B. *C. pediculus* Ehrenb., gewöhnlichste Süßwasserform, *C. placentula* Ehrenb. (Fig. 224 *C*), häufige marine Form; z. T. finden sich wenige kräftige Sagittalstreifen, z. B. *C. pellucida* Grun., marin, tropisch; z. T. ist die Streifung so zart, dass die Schale fast glatt ist: *C. diaphana* W. Sm., marin, Europa.

Sect. II. *Orthoneis* Grun. (*Sticloneis* Grun.) Schalen gerade; Raphe excentrisch.

Subsect. 1. *Euorthoneis* F. S. In Schalenansicht mit kurzen Randrippen. — 10 marine und fossile Arten, z. B. *C. fimbriata* Ehrenb., Mittelmeer, trop. Atlantik und Pacifik. *C. punctatissima* Grev. (Fig. 225).

Subsect. II. *Anorthoneis* Grun. Ohne Quersepten, in Schalenansicht ohne Randrippen. — 1 marine Art, *C. excentrica* Donk.

B. VII. 15. a. Naviculoideae-Naviculeae-Naviculinae.

Beide Schalen gleichartig, d. h. mit echter Raphe, meist auch gleich, bisweilen etwas abweichend geformt, eben oder wenig convex, mit gerader oder gebogener Raphe und einem Centralknoten und 2 Polarknoten. Umriss mehr oder weniger schiffähnlich, zur Raphe-(Sagittal-)Achse und Transversalachse meist symmetrisch. Gürtelansicht zum Transversal- und mittleren Querschnitt meist symmetrisch. Ohne oder mit Kiel. — Chromatophoren: meist 2 große Platten, den Gürtelbändern anliegend.

A. Schalen ohne echte Seitenkämmerchen.
  a. Schale ohne Kiel . . . . **A. Naviculidae.**
    α. Schalen gleich, nicht sagittal gebogen.
      I. Raphe fast gerade, Enden nach derselben Seite geknickt . . **I. Naviculae.**
        1. Raphehälften nicht zwischen Kieselrippen oder Parallelfalten eingeschlossen. Knoten rund oder transversal verbreitert . . . . . **129. Navicula.**

╳ Schalen mit einfacher äußerer Structurschicht.
† Schale ohne Stauros, Enden der Raphe nach derselben Seite umgeknickt. **1. Navicula.**
△ Zellen frei . . . . **a. Eu-Navicula.**
△△ Zellen in Gallertschläuchen . . . . . . **b. Schizonema.**
†† Schale mit Stauros . . . . **2. Stauroneis.**
△ Zellen frei.
○ Gürtel ohne Zwischenbänder und Septen.
☾ Stauros einfach, unverzweigt . . . . **a. Eu-Stauroneis.**
☾☾ Stauros verzweigt . . . . **b. Schizostauron.**
○○ Gürtel mit Zwischenbändern.
☾ Zwischenbänder mit Septen . . . . **c. Pleurostauron.**
☾☾ Zwischenbänder ohne Septen . . . . . . **d. Libellus.**
△△ Zellen zu gallertigen Pseudothallomen vereinigt . . **e. Dickieia.**
╳╳ Schalen mit doppelter, einer inneren und einer äußeren Structurschicht, Rapheenden nach entgegengesetzten Seiten umgeknickt. **3. Dictyoneis.**
† Innere Schicht reticuliert.
△ Reticulum mit gerundeten Maschen . . . **a. Eu-Dictyoneis.**
△△ Reticulum rhomboid oder rectangulär . . . **b. Trachyneis.**
†† Innere Schicht mit Transversalrippen . . . . . **c. Mastoneis.**
2. Raphehälften von parallelen Schalenfalten begleitet . **130. Cymatoneis.**
3. Raphehälften zwischen 2 Kieselrippen eingeschlossen. Knoten meist transversal verschmälert, sagittal oft verlängert.
╳ Centralknoten klein, wenig oder gar nicht verlängert. Zellen frei.
† Schalen 4eckig . . . . **131. Cistula.**
†† Schalen nicht viereckig . . . . **132. Vanheurckia.**
a. Zellen ungestielt . . . . **a. Frustulia.**
b. Zellen gestielt . . . . **b. Brebissonia.**
╳╳ Centralknoten sehr stark linienhaft verlängert . . **133. Amphipleura.**
† Zellen frei.
△ Neben der Sagittallinie beiderseits erhabene Linie. Kieselrippen schmal . . . . **a. Eu-Amphipleura.**
△△ Ohne Nebenlinien. Kieselrippen breit . . . . **b. Reicheltia.**
△△△ Neben der Sagittallinie beiderseitig eine und am Rand eine zweite Perlenreihe . . . . **c. Rouxia.**
†† Zellen in Gallertschläuchen . . . . **d. Berkeleya.**

II. Raphe stark S- oder C-förmig gebogen . . . . **II. Pleurosigmae.**
1. Raphe und Querschnitt S-förmig.
╳ Zelle um die Sagittalachse nicht tordiert, Gürtelband gerade, Schale wenig gewölbt . . . . **134. Pleurosigma.**
△ Streifung nach 3 Richtungen unter spitzem Winkel, nicht sagittal. **a. Eu-Pleurosigma.**
△△ Streifung nach 2 Richtungen, rechtwinkelig, sagittal und transversal. **b. Gyrosigma.**
╳╳ Zelle um mittlere Sagittalachse tordiert. Gürtel schief oder S-förmig. Schalen gewölbt . . . . **135. Scoliopleura.**
2. Raphe und Querschnitt C-förmig gebogen. Schalen stark unsymmetrisch zur Raphe **136. Toxonidea.**

β. Schalen gleichartig, aber verschieden gebogen, *Achnanthes*-artig, die eine concav, die andere convex . . . . **137. Rhoiconeis.**

b. Schalen mit Kiel . . . . **B. Amphiproridae.**
α. Zelle nicht oder wenig um die Sagittalachse tordiert. Schalen gleich, nicht um Transversalachse geknickt.
I. Gürtelband ohne Falten.
1. Raphe gerade. Centralknoten nicht verlängert . . . **138. Tropidoneis.**
╳ Raphe median . . . . **a. Orthotropis.**
╳╳ Raphe excentrisch.
† Kiel der Schalen nach verschiedenen Seiten seitlich verschoben (Diagonalstellung) . . . . **b. Plagiotropis.**

†† Kiel beider Schalen nach derselben Seite verschoben (Lateralstellung).
c. Amphoropsis.

2. Raphe S-förmig. Zelle nicht tordiert, Schale ohne Seitenlinie.
139. Donkinia.

II. Gürtelband mit Ringfalten (Zwischenbänder). Zelle nicht um die Sagittalachse tordiert.

1. Raphe S-förmig, median. Schale mit Seitenlinien neben dem Kiel.
140. Amphiprora.

2. Raphe stark excentrisch, nicht S-förmig, aber doppelt bogenförmig.
141. Auricula.

β. Schalen ungleich, mit verschieden stark gewölbtem Deckel und verschieden stark gebogener Raphe. Zelle um Transversalachse *Achnanthes*-artig geknickt, um Sagittalachse tordiert . . . . **142. Rhoicosigma.**

B. Zellen mit echten Seitenkämmerchen, meist mit Zwischenbändern und Quersepten.
C. Mastogloiidae.

a. Zelle mit Zwischenbändern und gekammerten Septen . . . . **143. Mastogloia.**

b. Zelle mit isolierten seitlichen Kämmerchen . . . . **144. Stigmaphora.**

129. **Navicula** Bory (*Allioneis* Schum., *Anomoioneis* Pfitz., *Bangia* Lyngb., *Caloneis* Cl., *Craticula* Grun., *Cyclophora* Castr., *Diadesmis* Kütz., *Diploneis* Ehrenb., *Falcatella* Rabenh., *Lioneis* Ehrenb., *Melonavicula* ?, *Neidium* Pfitz., *Perizonium* Cohn u. Janish, *Phlyctaenia* Kütz., *Pinnularia* Ehrenb., *Pleurosiphonia* Ehrenb., *Porostaurus* Ehrenb., *Pseudoamphiprora* Cl., *Pseudopleurosigma* Grun., *Raphidodiscus* Christ., *Schizostauros* Grun., *Stauroptera* Ehrenb., *Stictodesmis* Grun.). Zelle zu allen Hauptschnitten fast vollkommen symmetrisch. Ausdehnung in der Richtung der Centralachse stets viel geringer als in sagittaler Richtung. Sagittalausdehnung meist auch bedeutend größer als Trans-

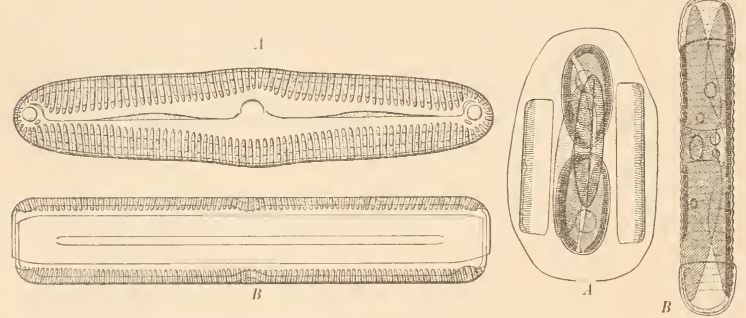


Fig. 226. *Navicula viridis* (Nitzsch) Kütz. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. (Nach Pfitzer.)

Fig. 227. *Navicula firma* Kütz. *A*, *B* Auxosporenbildung. *A* Schalen abgeworfen, Austritt des Plasmas; *B* Auxospore im Perizonium, vor Ausscheidung neuer Schalen (650/1). (Nach Pfitzer.)

versalausdehnung, die Zelle daher meist sagittal stabförmig oder sagittal-transversal plattenförmig. Schalenumriss kahnförmig, oval, elliptisch, lineal lanzettförmig. Beide Schalen gleichartig, vollkommen symmetrisch zur Transversalachse, fast vollkommen symmetrisch zur Sagittalachse. Beide Schalen mit Raphe und Central- und 2 Polarknoten. Alle 3 Knoten in einer Linie, rundlich, weder sagittal noch transversal balken- oder rippenartig ausgedehnt. Raphe gerade oder sehr wenig gebogen, an den polaren Enden meist nach derselben Seite kurz umgeknickt. Raphe nicht zwischen rippenartigen, sagittalen Fortsätzen des Centralknotens eingebettet. Schalendeckel flach gewölbt oder eben. Oberfläche punktiert, gestreift oder gerippt. Structurierung der Schale: meist einfach, d. h. auf der Außenseite, selten (*Dictyoneis*) eine zweite structurierte Schicht

auf der Innenseite der Membran. Structurierung in der Mitte oft unterbrochen durch eine den Knoten umgebende rundliche oder viereckige glatte Fläche (Centralfeld, centrale Area) und durch ebensolche Streifen, welche die Raphe einfassen (Sagittalfelder). Transversal verbreiterte centrale Area und Sagittalfelder bilden oft ein Kreuz. Außer den Feldern finden sich oft noch mehr oder minder breite, bisweilen sehr feine, sagittale Furchen, dem Rande oder der Raphe genähert. Schalenoberfläche ist ohne kielartige Erhebungen. Chromatophoren: meist 2 große Platten, den langen Gürtelseiten anliegend, die bei der Zellteilung zunächst längs der Wand fortwandernd von den Gürtelbändern auf die Schalen hinüberrücken und dort durch schiefe Einschnitte geteilt werden, oder die vor der Teilung nicht wandern und an den Gürtelbändern durch sagittale Einschnitte geteilt werden. — Auxosporen: 2 Mutterzellen, parallel neben einander gelagert, umhüllen sich mit Gallertkugel, werfen die Schalen ab, der Inhalt copuliert und bildet 2 Auxosporen, die von einer geringelten Kieselscheide (Perizonium) umhüllt sind.

900 bis 1000 z. T. schlechte Arten, im Süß-, Brack- und Seewasser über die ganze Erde verbreitet, auch fossil. Viele der beschriebenen Arten dürften sich bei strenger Revision der Gattung als unhaltbar erweisen, die angeführte Artenzahl dürfte dann wesentlich kleiner ausfallen. *N. viridis* (Nitzsch) Kütz. (Fig. 226) und *N. firma* Kütz. (Fig. 227).

Wegen der großen Zahl und der großen Ähnlichkeit der einzelnen Formen ist die Übersicht der Arten schwierig. Man hat deshalb versucht die große Gattung in eine Anzahl kleinerer Gattungen aufzulösen. Für den, der sich nur mit dieser Gruppe beschäftigt, mag dies praktisch sein, für die wissenschaftliche Systematik ist dies nicht als Fortschritt zu begrüßen, weil die Gattung in ihrer weitesten Ausdehnung eine sehr natürliche Gruppe bildet, die sich von den anderen Gattungen durch Verschiedenheit im Grundplan der Zelle auszeichnet, während die an ihre Stelle tretenden kleinen Gattungen sich nicht auf Unterschiede im Grundplan, sondern nur auf secundäre Differenzen gründen, wie Verzierung der Membran durch rechtwinkelig oder schiefwinkelig gekreuzte Streifen, Perlen, Rippen oder structurlose Partien der Schalenoberfläche. Solche secundäre Unterschiede werden besser nur zur Unterscheidung von Arten und Sectionen benutzt, weil sonst der Ausdruck der nahen Zusammengehörigkeit aller Formen der großen Gattung zu Gunsten unrichtiger Übersichten verloren geht. Es ist deshalb vom allgemein-wissenschaftlichen Standpunkt für die systematische Botanik vorzuziehen, den zusammenfassenden Gattungsnamen zu erhalten und die kleineren Gruppen, die nur für den Specialisten Interesse haben, die Übersicht über die Gesamtgruppe aber nur vermindern, als Untergattungen und Sectionen der Gattung in ihrer weitesten Ausdehnung unterzuordnen.

Bei der Einteilung der Gattung folge ich in den Hauptzügen innerhalb der I. Untergattung dem von Van Heurck in seiner Synopsis angenommenen Prinzip. Die gründliche und sehr verdienstvolle Revision der *Naviculoideae* von Cleve ist im Erscheinen begriffen und konnte darum auch erst, soweit sie erschienen ist, berücksichtigt werden.

Untergattung I: *Navicula*. Centralknoten nicht transversal verbreitert. (Ohne Stauros.) Raphe nach derselben Seite umgeknickt.

I. Teilgattung: *Eu-Navicula*. Zellen frei, nicht in Gallertmassen eingeschlossen.

A. Schalen ohne deutliche Punktierung, mit Rippen oder kräftigen, rippenähnlichen Streifen, nie geigenförmig.
  a. Rippen echt, nicht in Perlen auflösbar . . . . Sect. I. *Pinnulariae*.
  b. Streifen kräftig rippenähnlich, aber in Perlen auflösbar, strahlig, die Raphe ganz oder fast erreichend . . . . Sect. II. *Radiosae*.
B. Schalen mit Punkten oder feinen, nicht rippenähnlichen Streifen, oder Rippen abwechselnd mit Punktstreifen.
  a. Streifung durch 2 der Raphe benachbarte Bänder (Sagittalbänder) unterbrochen.
    α. Sagittalbänder schmal.
      I. Sagittalbänder nicht leierförmig.
        1. Schalen in der Mitte eingezogen (geigenförmig) . . . Sect. III. *Didymae*.
        2. Schalen in der Mitte nicht eingezogen . . . . . . Sect. IV. *Ellipticae*.
      II. Sagittalbänder leierförmig . . . . Sect. V. *Lyratae*.
    β. Sagittalbänder sehr breit, den größten Teil der Schalenfläche einnehmend. Sect. VI. *Hennedyeae*.
  b. Schalen ohne Sagittalbänder, lanzettlich oder elliptisch oder lineal-lanzettlich.
    a¹. Streifen deutlich sichtbar.

α. Schalenmitte ohne Zeichnung oder mit spärlichen Punkten, dadurch als Stauros erscheinend. Streifen fein . . . . Sect. VII. *Stauroneideae.*
β. Schalen ohne staurosähnliche Zeichnung.
I. Schalenpunkte keine sagittalen Zickzacklinien bildend.
1. Perlenstreifen keine sagittalen Linien bildend.
╳ Um Centralknoten und Raphe großes streifenfreies Feld (centrale Area und Sagittalfeld).
† Centrale Area gestreckt, allmählich in die Sagittalfelder übergehend. Sect. VIII. *Palpebrales.*
†† Centrale Area rundlich, polarwärts plötzlich abbrechend, unvermittelt mit den Sagittalfeldern verbunden . . . . . Sect. IX. *Abbreviatae.*
╳╳ Fast die ganze Schale mit Perlen bedeckt . . . Sect. X. *Perstriatae.*
2. Perlenstreifen bilden Sagittal- und Transversallinien.
╳ Schalen sehr gestreckt, fast lineal . . . . . . Sect. XI. *Johnsonieae.*
╳╳ Schalen lanzettlich . . . . Sect. XII. *Crassinerves.*
II. Schalenpunkte bilden sagittale Zickzacklinien.
1. Zickzacklinien durch structurlose Stellen oder Vertiefungen unterbrochen. Sect. XIII. *Sculptae.*
2. Zickzacklinien regelmäßig, nicht unterbrochen . . . Sect. XIV. *Seriantes.*
b[1]. Streifung der Schalen fast unsichtbar, auch für die besten Objective, Schale lang lanzettlich, ähnlich einer *Amphipleura* . . . . Sect. XV. *Fusiformes.*
c. Schalen mit einem oder mehreren geraden, randständigen, oder dem Rande benachbarten Bändern.
α. Schalen nicht lineal.
I. Schalen lanzettlich, groß. Streifen fein, eine große, glatte, centrale Area freilassend. Sect. XVI. *Formosae.*
II. Schalen gestreckt, Seiten gewöhnlich mehr oder minder stark dreifach gewellt, marginales Band oft schwach sichtbar; Raphe eingefasst von geradem, lanzettlichem, hyalinem Sagittalfeld. Streifen strahlig . . . . Sect. XVII. *Limosae.*
III. Streifen fast parallel, oft etwas schief zur Sagittalachse. Marginales Band breit, sehr deutlich . . . . Sect. XVIII. *Affines.*
β. Schalen lineal, Streifen frei, fast parallel, Band sehr deutlich, Polarknoten gestreckt, gebogen . . . . Sect. XIX. *Lineares.*
d. Schalen mehr oder minder lineal, ohne Bänder.
α. Streifen strahlig, nur den Schalenrand einnehmend . . . Sect. XX. *Americanae.*
β. Streifen gewöhnlich gebogen, die Raphe erreichend. Schalenenden glatt, dick. Sect. XXI. *Bacilleae.*
e. Zellen sehr klein, Structur schwer sichtbar . . . . . . Sect. XXII. *Minutissimae.*

Sect. I. *Pinnulariae.* 94 Arten. — **A.** Streifung durch kein marginales Band unterbrochen. — **Aa.** Größere Formen mit breiten, kräftigen Rippen. Schalen regelmäßig, lineal-elliptisch, in der Mitte und an den Enden oft etwas verdickt. — Im Süßwasser: *N. nobilis*, eine der schönsten Formen, ziemlich verbreitet; häufiger *N. viridis* (Nitzsch) Kütz (Fig. 226). *N. cardinalis* Ehrenb., mit einem großen, breiten Kreuz durch Fehlen der Rippen gebildet. — Marin: *N. rectangulata* Grev., *N. cruciformis* Donk. — **Ab.** Kleinere Formen mit schmalen oder mittelstarken Rippen. Schalenumriss verschiedenartig, selten regelmäßig linear, oft im Mittelteil verbreitert und an den Enden verjüngt. — **AbI.** Schalenumriss weder an den Langseiten unduliert, noch in der Mitte verengt. — **AbI1.** Rippen weitläufig gestellt und kräftig. — **AbI1†.** Ohne staurosähnliches Mittelfeld: *N. borealis* im Süßwasser verbreitet. — **AbI1††.** Mit einem staurosähnlichen, rippenfreien Mittelfeld: *N. divergens* im Süßwasser. — **AbI2.** Rippen gedrängt. — **AbI2†.** Rippen die Raphe erreichend, auch die mittleren wenig verkürzt. Im Süßwasser: *N. sublinearis* Grun.; marin: *N. retusa* Bréb. — **AbI2††.** Rippen die Raphe nicht erreichend, die mittleren verkürzt oder fehlend. — **AbI2††╳.** Schalen in der Mitte wenig oder gar nicht angeschwollen. Im Süßwasser: *N. Brebissonii* gemein; *N. stauroptera* mit auffallendem Pseudostauros; *N. Gibba* Kütz, *N. bicapitata* mit geschmälert gekopften Enden. — **AbI2††╳╳.** Schalenumriss im Mittelteil angeschwollen: *N. globiceps* Greg. mit lang geschnäbelt-gekopften Enden. — **AbII.** Schalenumriss seitlich doppelt oder dreifach unduliert oder in der Mitte eingezogen: *N. Legumen* Ehrenb., weitverbreitet im Süßwasser. — **B.** Streifung durch ein marginales Band unterbrochen: *N. blanda* A. Schm. Marin.

Sect. II. *Radiosae.* 102 Arten. — **A.** Endknoten den Enden der Schale genähert. — **Aa.** Streifen der Mitte strahlig, an den Enden convergierend. — **Aaα.** Streifung dicht: *N. oblonga* Kütz., Süßwasser. *N. peregrina* (Ehrenb.) Kütz. und *N. salinarum* Grun., Brackwasser. — **Aaβ.** Streifung locker, Streifen kräftig, kleine Formen mit hackenförmigem Endknoten: *N. nana* Greg. — **Ab.** Streifen in der Mitte strahlig, der Enden senkrecht zur Raphe; meist marin, z. B. *N. cancellata* Donk. — **Ac.** Alle Streifen bis ans Ende strahlig. Marin: *N. distans* W. Sm. und Süßwasser: *N. lanceolata* Kütz. — **Ad.** Alle Streifen senkrecht zur Raphe: *N. directa* W. Sm. — **B.** Endknoten von den Schalenenden entfernt. — **Ba.** Beide Seiten der Schale gleich: *N. compressicauda* A. Schm., marin. — **Bb.** Schalenstructur etwas excentrisch: *N. Cesatii* Rab., Süßwasser.

Sect. III. *Didymae.* 92 Arten, meist marin. — **A.** Schalen mit Rippen und Perlenreihen. — **Aa.** 2 Perlenreihen zwischen den Rippen: *N. Crabro* Ehrenb., marin. — **Ab.** Eine Perlenreihe zwischen den Rippen: *N. interrupta* Kütz. — **B.** Schalen entweder mit Perlen oder mit Rippen: *N. didyma* Ehrenb., marin, gemein.

Sect. IV. *Ellipticae.* 38 Arten. — **Aa.** Schalen mit Rippen, meist marin. Mit Perlen zwischen den Rippen: *N. Smithii* Bréb. — **Ab.** Ohne Perlen zwischen den Rippen: *N. notabilis* Grev. — **B.** Schalen mit Perlen ohne Rippen: *N. littoralis* Donk., marin; *N. oculata* Bréb., Süßwasser.

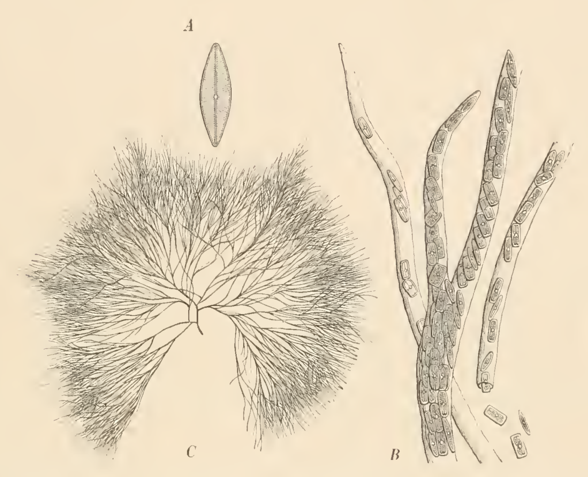


Fig. 228. *A, B Navicula (Schizonema) Grevillei* Ag. *A* Zelle in Schalenansicht (400/1); *B* Schläuche mit Zellen. — *C N. (Schiz.) ramosissima* Ag., verzweigte Schlauchcolonie (nat. Gr.). (Nach W. Smith.)

Sect. V. *Lyratae.* 29 Arten, meist marin. — **A.** Streifen der Schale grobkörnig: *N. Lyra* mit divergierendem, *N. spectabilis* mit geradem Sagittalband. — **B.** Schale mit feinen Punkten. Sagittalband stark convergierend: *N. pygmaea* Kütz.

Sect. VI. *Hennedyeae.* 20 Arten. — **A.** Schalenrand mit groben Perlen: *N. praetexta* Ehrenb. — **B.** Schalenrand mit feinen Perlen: *N. Hennedyi* W. Sm. Beide marin.

Sect. VII. *Stauroneideae.* 13 Arten, meist in Brackwasser. — *N. Tuscula* Ehrenb. in Süß- und Brackwasser; *N. mutica* Kütz, Brackwasser; *N. subinflata* Grun., marin.

Sect. VIII. *Palpebrales.* 27 Arten, meist marin; z. B. *N. palpebralis* Bréb., marin.

Sect. IX. *Abbreviatae.* 23 Arten, meist marin; z. B. *N. brevis* Greg., marin.

Sect. X. *Perstriatae.* 27 Arten; 2 halbmondförmige Bändchen in der Nähe des Knotens hat *N. Schumanniana* des Süßwassers. Ohne diese Bänder sind die meisten; z. B. im Brackwasser: *N. pusilla* W. Sm., marin: *N. humerosa* Bréb.; an der Nordseeküste häufig.

Sect. XI. *Johnsonieae.* 4 Arten, meist marin; *N. Johnsonii* W. Sm., im Brackwasser nordatlantischer Küsten.

Sect. XII. *Crassinerves.* 13 Arten mit *N. ambigua* Ehrenb. und *N. cuspidata* Kütz. im Süßwasser; *N. decipiens* marin.

Sect. XIII. *Sculptae.* 3 Arten; im Süßwasser: *N. sculpta* Ehrenb. und *N. sphaerophora* Kütz. Marin ist *N. tenuirostris.*

Sect. XIV. *Seriantes.* 6 Arten, z. B. *N. serians* (Bréb.) Kütz.

Sect. XV. *Fusiformes.* Meist marin. *N. fusiformis* Grun., marin.

Sect. XVI. *Formosae.* 19 Arten, meist marin; z. B. *N. formosa* Greg.

Sect. XVII. *Limosae.* 21 Arten. Typus *N. limosa* Kütz.

Sect. XVIII. *Affines.* 12 Arten, marin und im Süßwasser; z. B. *N. Iridis* Ehrenb im Süßwasser.

Sect. XIX. *Lineares.* 9 Arten, marin; z. B. *N. Liber* W. Sm.

Sect. XX. *Americanae.* 1 Art. *N. americana* im Süßwasser.

Sect. XXI. *Bacilleae.* 21 Arten, meist im Süßwasser. Typus: *N. Bacillum* Ehrenb.

Sect. XXII. *Minutissimae.* 42 Arten; dahin gehören: *N. minima* Grun., *N. atomus* Naegli, *N. atomoides* Grun., *N. minuscula* Grun., alle im Süßwasser. — *N. incerta* Grun., marin.

II. Teilgattung: *Schizonema* Ag. (*Scytonoma* Ag.) Zellen wie *Navicula*, gewöhnlich schwach verkieselt, in Gallertröhren eingeschlossen, dadurch zu Colonien vereinigt. Colonien rasenbildend. Rasen *Ectocarpus*-ähnlich. Marin.

Sect. I. *Eu-Schizonema* Ag. (*Naunema* Ehrenb., *Monema* Grev., *Monnema* Mengh., *Micromega* Ag.). Structur nicht excentrisch. Polarknoten den Enden genähert. — Marin. 39 Arten, deren Zahl durch Revision der Gattung wahrscheinlich reductionsfähig ist. Einteilung in Untergruppen wie bei *Eu-Navicula*, von der die Trennung nicht streng durchzuführen ist, weil die Panzer nicht verschieden sind, fossile freigewordene und lebende Zellen also als *Eu-Navicula* eingereiht werden müssen: *N. crucigera* W. Sm., *N. Grevillei* Ag. (Fig. 228 *A, B*), *N. ramosissima* Ag. (Fig. 228 *C*). Nach der Verzweigung der Schläuche sind unterschieden worden: *Monema* (Grev.) Grun.. Zellen einreihig oder gedrängt in einfachen Schläuchen lebend,

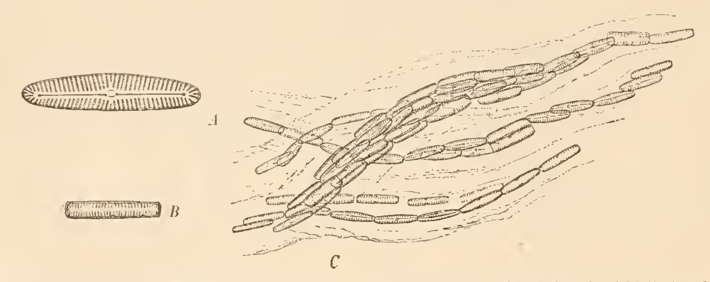


Fig. 229. *Navicula (Colletonema) lacustris* (Ag.) Kütz. *A* Schalenansicht (600/1); *B* Gürtelansicht (400/1); *C* Colonien in Schläuchen (200/1). (*A, B* nach Van Heurck; *C* nach W. Smith.)

und *Micromega* (Ag.) Grun., Zellen in geschachtelten Schläuchen lebend, d. h. zahlreiche Wohnschläuche der Zellen sind von einem dicken, gemeinsamen, verzweigten Gallertschlauch eingeschlossen. Einteilung biologisch interessant, doch systematisch nicht gut durchzuführen. Bemerkenswert: *N. Smithii* Ag., *N. Grevillei* Ag., *N. ramosissima* Ag.

Sect. II. *Colletonema* Bréb. (*Naunema* Ehrenb. z. T.). Structur etwas excentrisch. Polarknoten der Schale weit vom Ende entfernt und davon durch radialstrahlige Streifen getrennt. — 4 Arten im Süßwasser. Bilden den Übergang zu *Encyonema.* z. B. *N.* (*C.*) *lacustris* (Ag.) Kütz. (Fig. 229).

Untergattung II. *Stauroneis* Ehrenb. (*Staurogramma* Rabh. für die Formen mit decussierter Streifung der Schalen, *Endostauron* Grun. für die in Gallertschläuchen lebenden.) Zellen wie *Eu-Navicula*, doch mit transversal zu einem »Stauros« verbreitertem Centralknoten, häufig auch mit einer structurlosen, transversal gestreckten, verbreiterten centralen Area, die mit den Sagittalfeldern ein Kreuz bildet. Gürtel mit oder ohne Zwischenbänder, frei oder in Gallertschläuchen lebend. Chromatophoren wie bei *Navicula.* — 132 Arten; marin, Brack- und Süßwasser.

Sect. I. *Eustauroneis* F. S. Centralknoten zu einem einfachen Stauros verbreitert, ohne Spaltung in Äste, Gürtel ohne Zwischenbänder und ohne Septen. Zellen frei, nicht in Gallertschläuchen lebend. Im Süßwasser: *N. Schinzii* (Brun.) in Afrika, *N. dilatata* (Ehrenb.) in Nordeuropa. — Im Brackwasser: *N. salina* (W. Sm.) in der östlichen Ostsee. — Marin: *N. septentrionalis* (Grun.) in Grönland. — *N. Phoenecenteron* (Nitzsch) (Fig. 230).

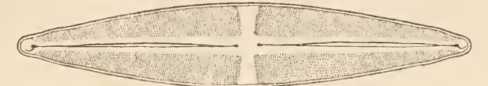


Fig. 230. *Navicula* (*Eustauroneis*) *Phoenecenteron* (Nitzsch) (750|1). (Nach Van Heurck.)

Sect. II. *Schizostauron* Grun. Centralknoten znm Stauros transversal verbreitert. Seitenäste des Stauros gabelig, von der Basis an zweiteilig oder mehrfach verzweigt. — Im Süßwasser: *N. andicola* (Cl.) in Afrika und Südamerika. — Im Brackwasser: *N. sagitta* (Cl.) in der östlichen Ostsee. — Marin: *N. ovata* (Grun.) in Honduras.

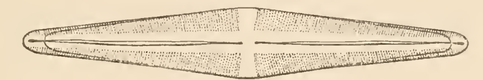


Fig. 231. *Navicula* (*Pleurostauron*) *acuta* (W. Sm.) Rab. (750|1). (Nach Van Heurck.)

Sect. III. *Pleurostauron* Rabenh. Zellen Bandketten bildend. Schalen wie *Eu-Stauroneis*. Gürtelansicht mit Ringstreifen, von Zwischenbändern mit Septen herrührend. Meist im Süßwasser. Im Süßwasser: *N. parvula* (Jan), Nordeuropa u. A. — Selten im Brackwasser: *N. acuta* (W. Sm.) in Nordamerika (Fig. 231).

Sect. IV. *Libellus* Cleve. (*Brachysira* Kütz.). Schale wie bei *Eu-Stauroneis*. Centralknoten zu Transversalseptum ausgedehnt. Gürtelband mit Ringstreifen. (Zwischenbänder?) — 7 Arten; meist marine Küstenformen, vereinzelt auch in Salinen. *N. constricta* (Ehrenb.) (Fig. 232). Verbreitet in der Nordsee. *N. biblos* Cl. bei Barbados; Gürtel sehr stark zusammengesetzt.

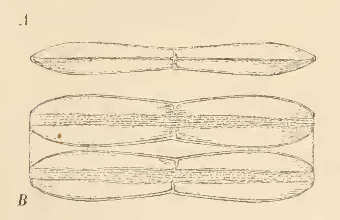


Fig. 232. *Navicula* (*Libellus*) *constricta* (Ehrenb.) *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (400|1). (Nach W. Smith.)

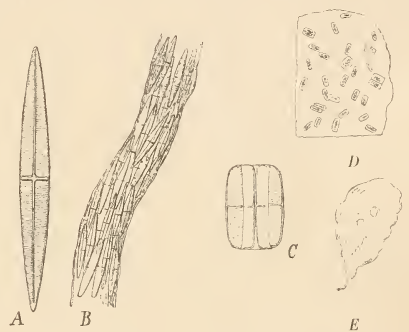


Fig. 233. *A*, *B* *Navicula* (*Dickieia*) *crucigera* W. Sm. *A* Zelle in Schalenansicht (400|1); *B* Pseudothallom mit dicht gedrängten Zellen (100|1). — *C—E* *N.* (*Dickieia*) *ulvacea* Berkl. *C* Zelle in Gürtelansicht; *D* Verteilung der Zellen im Pseudothallom (50|1); *E* blattartiges Pseudothallom (nat. Gr.). (Nach W. Smith.)

Sect. V. *Dickieia* Berkeley (*Endostauron* Grun.). Schalen transversal gestreift wie *Stauroneis* mit krenzförmig verbreitertem Centralknoten. Zellen in Gallerthüllen, die teils blattartige flache (*Eudickieia* D. T.), teils stark verzweigte, baumartige Pseudothallome (*Endostauron* Grun.) bilden. — 2 marine Arten: *N. crucigera* (W. Sm.) (Fig. 233 *A—B*) an den europäischen Küsten; *N. ulvacea* (Berk.) (Fig. 233 *C—E*) an den schottischen Küsten.

Untergattung III. *Dictyoneis* Cleve (*Pseudodictyoneis* Pant.). Zellen *Navicula*-artig. Schalen meist sagittal gestreckt, bisweilen transversal geigenförmig eingezogen, mit einer zwiefachen Structurschicht, einer inneren und einer äußeren, von verschiedenem Charakter. Rapheenden nach entgegengesetzter Richtung umgeknickt.

Es ist die Ansicht ausgesprochen worden, dass die innere Structurschicht einer eigenen Platte, d. h. einem Querseptum angehöre. Wenn dies richtig ist, so muss *D.* als eigene Gattung neben *Mastogloia* gestellt werden. — 18 Arten, marine Küstenformen.

Sect. I. *Eu-Dictyoneis* Cleve. Schalen sagittal gestreckt, Form veränderlich, geigenförmig bis lanzettlich. Raphe gerade, an den äußersten Enden nach entgegengesetzter Richtung umgebogen. Schale mit zwiefacher Structur, die äußere Schicht fein punktiert; Punkte zu decussierten Reihen angeordnet; die innere Schicht unregelmäßig reticuliert mit rundlichen Zellchen. Randzellchen oft größer als die andern, eine Reihe falscher Kämmerchen bildend. Gürtelband ohne Zwischenbänder. — 9 Arten, marin, an Küsten wärmerer Gewässer: *N. marginata* Lewis im Mittelmeer, Westindien, fossil in Oamaru und Ungarn; *N. Thumii* (Cleve), weit verbreitet im Roten Meer, Indischen Ozean, im tropischen Atlantik; *N. rugosa* (Temp. et Brun.), fossil in Japan.

Sect. II. *Trachyneis* Cleve (*Asperae* Grun.). Zellen *Navicula*-artig. Schalen mehr oder weniger sagittal gestreckt, oft an den Langseiten zur Sagittalachse unsymmetrisch. Innerste Structurschicht grob punktiert, Mittelschicht mit mehr oder minder transversal gebogenen starken Rippen, die mit einander stellenweise anastomosieren, im übrigen ein rechtwinkeliges Areolennetz bildend. Die Außenschicht sehr fein punktiert. Punkte zu feinen sagittalen, bisweilen etwas schief gerichteten Streifen geordnet. Chromatophoren: 2 Platten dem Gürtelband anliegend. 8 Arten, marin: *N. aspera* Ehrenb. in kaltem und warmem Wasser, kosmopolitisch; *N. Antillarum* (Cleve), marin und im Brackwasser, an Küsten heißer Länder kosmopolitisch.

Sect. III. *Mastoneis* Cleve. Schalen mit doppelter Structur. Äußere Schicht transversalstreifig punktiert, innere Schicht transversal gerippt. Rippen am Rande dicker. — 1 marine Art: *N. biformis* (Grun.) an den Küsten Australiens und im roten Meer.

130. **Cymatoneis** Cleve. Zelle vom *Navicula*-Typus; Schale mehr oder weniger elliptisch oder lanzettlich, durch 2 oder mehr der Raphe parallele Falten in 2 oder mehrere Abteilungen geteilt. Mittellinie mit genäherten Centralporen und verlängerten Endspalten in einiger Entfernung von den Schalenenden. Sagittalfeld eng, centrale Area klein, gewöhnlich rhomboidisch. Structur: Punkte in transversalen und sagittalen Reihen.

3 Arten in wärmeren Meeren. z. B. *C. sulcata* (Grev.) Cleve, *C. circumvallata* Ehrenb. (Fig. 234).



Fig. 234. *Cymatoneis circumvallata* Ehrenb. (Nach Van Heurck.)

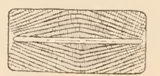


Fig. 235. *Cistula Lorenziana* (Grun.) Cleve, Schalenansicht (500/1). (Nach Van Heurck.)

131. **Cistula** Cleve. Zelle vom *Vanheurckia*-Typus, aber Schale breit, rechteckig. Centralknoten sehr klein. Raphe zwischen 2 Kieselrippen. Centralporen der Raphe sehr genähert. Structur: Radialstrahlen von mehreren glatten, lateralen Linien gekreuzt.

1 marine Art: *C. Lorenziana* (Grun.) Cleve (Fig. 235).

132. **Vanheurckia** Bréb. Zellen vom *Navicula*-Typus. Raphe von 2, Central- und Polarknoten verbindenden Kieselrippen eingefasst. Centralknoten klein oder wenig verlängert, doch nicht stark in die Länge gezogen.

7 Arten. *Vanheurckia* (*Brebissonia*) *Boeckii* (Kütz.) (Fig. 236).

Sect. I. *Frustulia* Ag. Beide Schalen gleichartig. Centralknoten linear, klein, undeutlich oder wenig verlängert. Raphe zwischen 2 Kieselrippen eingeschlossen. Polarknoten klein, bisweilen verlängert. Ohne centrale Area und ohne Sagittalfeld. Structur: zu transversalen und sagittalen Reihen angeordnete Punkte. Gürtel einfach, ohne Zwischenbänder. Chromatophoren: 2 Platten dem Gürtelband anliegend. Sie ändern ihre Lage in der Zelle vor der Teilung nicht. Auxosporenbildung: 2 Zellen in Schleimmasse parallel neben einander gelagert, bilden nach Abwerfen der Schalen 2 cylindrische, transversal gestreifte, doppelt so lange Auxosporen, die den alten Schalen parallel lagern. Die Auxosporenenden bilden Kappen, die später abgeworfen werden. In der geringelten Kieselschale (Perizonium) werden die primären Schalen der neuen Generation ausgebildet (S. 5?, Fig. 62 *D*, *E*).

Die Zellen leben frei oder sehr selten in einfacher Reihe in Gallertschläuchen eingeschlossen. — 5 Arten im Süßwasser, z. B. *V. rhomboides* (Ehrenb.) D. T., *V. viridula* (Bréb.) D. T., *V. vulgaris* (Thwait.) D. T.

Sect. II. *Brebissonia* Grun. (*Doryphora* Kütz.). Zellen wie bei *Frustulia*, mit Gallertstielen befestigt. Schalen symmetrisch, lanzettlich oder annähernd rhombisch. Centralknoten zu einem kurzen Stäbchen verlängert. Ohne Sagittalbegleitlinien. Structur: Grob, transversal, rippig gestreift und sehr fein sagittal streifig punktiert. Chromatophoren: 1 Platte ähnlich wie bei *Cymbella*. — 2 marine Arten, z. B. *V. Boeckii* (Kütz.).



Fig. 236. *Vanheurckia* (*Brebissonia*) *Boeckii* (Kütz.). *A* Zellen auf Gallertstielen (100/1). (Nach W. Smith.)

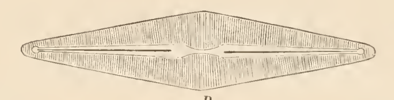


Fig. 236. *Vanheurckia* (*Brebissonia*) *Boeckii* (Grun.). *B* Schalenansicht. (Nach Hauptfleisch.)

133. **Amphipleura** Kütz. (*Aulacocystis* Hass., *Okedenia* Eulenstein). Zellen sagittal gestreckt. Schalenansicht spindelförmig oder lineal. Centralknoten stark verlängert, rippen- oder stabartig, durch den größten Teil der Zelle sich erstreckend, an den Enden

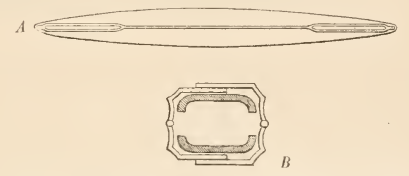


Fig. 237. *Amphipleura pellucida* (Ehrenb.) Kütz. *A* Schalenansicht (800/1); *B* Querschnitt. (*A* nach Van Heurck; *B* nach Borscow.)

in je 2 die Raphehälften umgebende Rippen auslaufend, dadurch mit den Polarknoten verbunden. Chromatophoren: 2 den langen Gürtelseiten anliegende Platten. Auxosporenbildung: 2 Zellen conjugieren und bilden 2 Auxosporen.

6 Arten, marin, im Brackwasser und Süßwasser, sowie fossil.

Sect. I. *Eu-Amphipleura* F. S. Zellen größer, frei oder in Gallertmassen eingebettet. Neben der Sagittallinie 2 parallele erhabene Linien, vorhanden oder fehlend. Brack- oder Süßwasser. — *A. pellucida* (Ehrenb.) Kütz. (Fig. 237), berühmtes Testobject.

Sect. II. *Reicheltia* (*Gomphopleura* (Reichelt) Van Heurck. Schalenansicht lanzettlich, *Gomphonema*-artig, leicht keilförmig. Gürtelansicht keilförmig. Oberfläche fast wie bei *Amphipl.*, Centralknoten sehr stark stab-rippenartig verlängert, über einen großen Teil der Schale sich erstreckend,

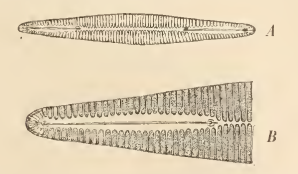


Fig. 238. *Amphipleura* (*Reicheltia*) *nobilis* (Reichelt) *A* Schalenansicht der ganzen Zelle; *B* Zellende (450/1). (Nach Van Heurck.)

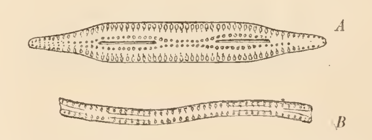


Fig. 239. *Amphipleura* (*Rouxia*) *Peragalli* (Brun. et Hér.) *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

an den Enden in 2, die beiden verkürzten Raphehälften säumende Rippen auslaufend. Structur transversale Rippen, zwischen denen 2 Reihen Perlen liegen. — 1 fossile Art, *A. nobilis* (Reichelt) (Fig. 238). *R.* bildet den Übergang von *Amphipleura* zu *Gomphonema*. Der Bau der Schale entspricht *Amphipleura*, die Symmetrieverhältnisse nähern sich *Gomphonema*.

Sect. III. *Rouxia* Brun. et Hérib. Zelle langgestreckt lineal. Schale ähnlich *Amphipleura*; Knoten rudimentär, die beiden verkürzten Raphehälften durch großen Zwischenraum getrennt, von den Schalenenden entfernt bleibend. Die Stelle der zu Rippen verlängerten Knoten von *Amphipleura* von einer Perlenreihe eingefasst. — 1 Art: *A. Peragalli* (Brun. et Hérib.) (Fig. 239).

Sect. IV. *Berkeleya* (*Girodella* Gaill., *Homoeocladia* Ag., *Hydrolinum* Link., *Naunema* Ehrenb., *Monema* Grev., *Micromaga* Ag., *Rhaphidogloia* Kütz.). Kleinere Zellen in Gallertröhren lebend. — 28 Arten, marin oder im Brackwasser. — **A.** Schalen lang und schmal: *Rhaphidogloia* (Kütz.) Grun.; *A. micans* (Lyngb.). — **B.** Schalen kurz, lanzettlich, langoval (*Schizonemoideae* Grun.): *A. rutilans* (Trent.) häufig an europäischen Küsten, in der Nordsee und im Mittelmeer.

134. **Pleurosigma** W. Sm. (*Achnantosigma* Reinh., *Endosigma* Bréb., *Scalprum* Corda, *Staurosigma* Grun.) Zellen frei, selten in Gallertschläuche eingeschlossen, lang gestreckt in der Richtung der Sagittalachse, nicht tordiert, nicht um Transversalachse geknickt. Schalen gleich, von *Navicula*-Typus, convex, S-förmig gebogen. Raphe median, S-förmig gebogen, Enden nach entgegengesetzter Seite umgeknickt; Centralknoten klein. Streifung schief oder rechtwinkelig gekreuzt, fast bis zur Naht reichend oder eine centrale Area freilassend. In Gürtelansicht gerade oder wenig gebogen, stabförmig in der Richtung der Sagittalachse gestreckt. Chromatophoren: 2 große, reich gelappte Platten, den Gürtelbändern anliegend.

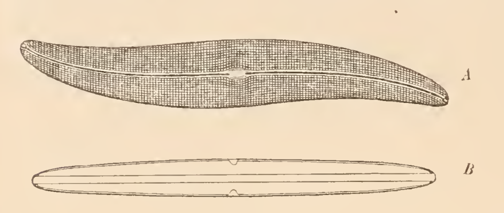


Fig. 210. *A Pleurosigma attenuatum* (Kütz.) W. Sm., Schalenseite. — *B P. balticum* (Ehrenb.) W. Sm., Gürtelseite. (Nach Van Heurck.)

107 Arten, im Süß- und Salzwasser, auch fossil, die meisten marin. *Pl. attenuatum* (Ehrenb.) W. Sm. und *Pl. balticum* (Ehrenb.) W. Sm. (Fig. 240 *A*, *B*).

Sect. I. *Eupleurosigma* F. S. Die feinen Areolen der Schalenoberfläche 6eckig, daher die Schalenstreifung spitzwinkelig gekreuzt nach 3 Richtungen; das eine, das Streifensystem, transversal gerichtet, die beiden anderen Systeme schneiden die Transversale unter einem Winkel von 40 bis 60 Grad. Sagittalstreifung fehlt. Centrale Area undeutlich oder klein. Schalen ohne Stauros und ohne durch structurlose centrale Area imitierten Stauros. — Im Brackwasser *P. delicatulum* W. Sm., *P. salinarum* Grun., sonst fast nur marine Küstenformen, bisweilen pelagisch angetroffen. — *Pl. angulatum* W. Sm., berühmtes Testobject; *Pl. elongatum* W. Sm., *Pl. speciosum* W. Sm.

Sect. II. *Gyrosigma* (Hassal) Cleve. Centralknoten klein; centrale Area klein oder undeutlich. Die Areolen der Schalenoberfläche rechteckig, daher die Streifung der Schale nach 2 Richtungen, sagittal und transversal. — Im Süßwasser: *P. acuminatum* Kütz. in Nordeuropa. Im Brackwasser: *P. strigile* W. Sm. in der Nord- und Ostsee. *P. balticum* Ehrenb. kosmopolit.

135. **Scoliopleura** Grun. (*Alloineis* Schum., *Scoliotropis* Cleve). Zellen frei. Zelle um die Sagittalachse etwas tordiert, daher in Gürtelbandansicht schief; Gürtelband S-förmig gebogen. Schalen vom *Navicula*-Typus, stark convex, ohne Kiel. Raphe mehr oder minder stark S-förmig gebogen, excentrisch. Schalenstructur transversalstreifig, bisweilen schiefstreifig geperlt.

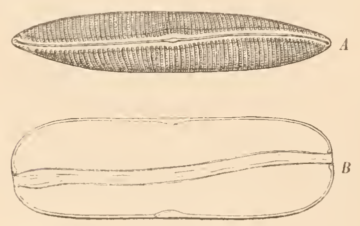


Fig. 241. *Scoliopleura latestriata* (Bréb.) Grun. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. (Nach W. Smith.)

18 Arten im Süß- und Salzwasser, auch fossil, die meisten marin. Bemerkenswert: *S. latestriata* (Bréb.) Grun. (Fig. 241) und *S. tumida* (Bréb.) Rab. an europäischen Küsten.

136. **Toxonidea** Donkin. Zelle frei, um die Sagittalachse tordiert. In Richtung der Sagittalachse gestreckte Schalen, nach Sagittalschnitt stark unsymmetrisch, eine Seite stärker convex. Raphe mit Central- und 2 Polarknoten, bogenförmig, Convexität der Raphe, nach der convexen Schalenseite gerichtet, Streifung decussiert.

3 Arten, marin, z. B. *T. Gregoriana* Donk. im Mittelmeer, *T. insignis* Donk. (Fig. 242) an europäischen Küsten.

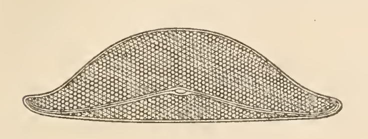


Fig. 242. *Toxonidea insignis* Donkin, Schalenansicht. (Nach Van Heurck.)

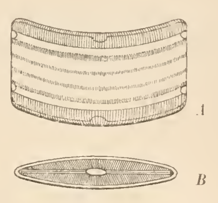


Fig. 243. *Rhoiconeis Garkeana* Grunow. *A* Gürtelbandansicht; *B* Schalenansicht (400/1). (Nach Grunow.)

137. **Rhoiconeis** Grun. Zelle in Gürtelansicht *Achnanthes*-artig gebogen. Schale symmetrisch, vom *Navicula*-Typus. Beide Schalen mit Central- und Terminalknoten. Gürtelband mit Ringstreifen (von Zwischenbändern herrührend?).

10 Arten, im Süß- und Salzwasser. — *R. Garkeana* Grunow (Fig. 243).

138. **Tropidoneis** Cleve. Zellen *Navicula*-artig, sagittal gestreckt, nicht um die Sagittalachse tordiert, daher Gürtelband nicht S-förmig. Schalen mehr oder weniger convex oder sagittal zugeschärft, oft an beiden Seiten mit sagittalen Flügeln oder Seitenlinien. Raphe gerade, auf medianem oder excentrischem Kiel. Gürtel ohne Zwischenbänder. Sagittalfeld undeutlich, centrale Area klein, rundlich oder transversal verbreitert. Structur fein transversal und sagittal streifig punktiert. Chromatophoren: 2 Platten den Gürtelseiten anliegend.

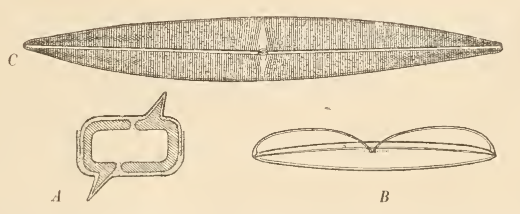


Fig. 244. *A Tropidoneis* (*Plagiotropis*) *vitrea* W. Sm., Zelle mit Chromatophoren, Transversalschnitt. — *B*, *C* *T.* (*Pl.*) *maxima* Grun. (500/1). (*A* nach Pfitzer; *B*, *C* nach Van Heurck.)

24 Arten, marin.

Sect. I. *Orthotropis* Cleve. Raphe ganz oder nahezu median. — *T. Lepidoptera* Greg., kosmopolit; *T. maxima* (Greg.) Grun. (Fig. 244 *B*, *C*).

Sect. II. *Plagiotropis* Pfitz. Raphe excentrisch. Kiel beider Schalen diagonal seitlich verschoben. — *T. vitrea* W. Sm. (Fig. 244 *A*) im Brackwasser; *T. elegans* W. Sm. marin, im Mittelmeer und in der Nordsee.

Sect. III. *Amphoropsis* Grun. Raphe excentrisch. Kiel beider Schalen nach derselben Seite verschoben. — *T. recta* Greg. und *T. conserta* Lewis im Nordatlantik.

139. **Donkinia** Ralfs. Zellen frei, in der Sagittalrichtung gestreckt. Schale in der Rapherichtung gekielt. Kiel S-förmig gebogen, hochgewölbt, vom Centralknoten unterbrochen, seitlich nicht von vorspringenden Leisten begleitet. Schalen in Gürtelansicht

in der Mitte stark eingezogen. Gürtel nicht um die Sagittalachse gedreht (ohne Zwischenbänder?).

7 Arten, meist marin und fossil; z. B. *D. recta* (Donk.) Grun. — *D. carinata* (Donk.) Ralfs (Fig. 245).

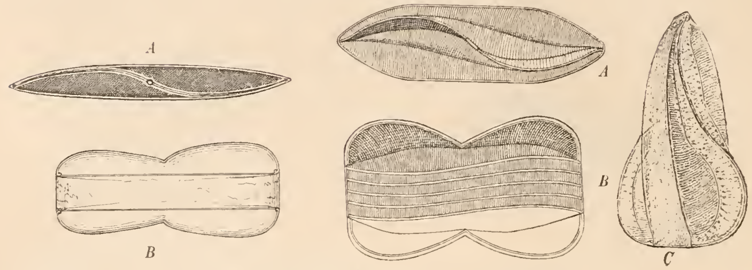


Fig. 245. *Donkinia carinata* (Donk.) Ralfs. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (450/1). (Nach Donkin.)

Fig. 246. *A, C Amphiprora alata* Kütz. *A* Schalenansicht; *C* schräg gesehen (400/1). — *B A. gigantea* var. *decussata* Grun., Gürtelansicht (600/1). (*A, B* nach Van Heurck; *C* nach W. Smith.)

140. **Amphiprora** Ehrenb. (*Amphicampa* Rabh., *Amphitropis* Pfitz., *Entomoneis* Ehrenb.) Zelle vom Schiffchentypus, um die mittlere Sagittalachse tordiert, in Gürtelansicht in der Mitte eingezogen, in der Schalenansicht lanzettlich zugespitzt. Schalen convex. Sagittallinie mit Kiel. Kiel median, S-förmig, mit Central- und 2 Terminalknoten, nach der Mitte und den Enden absteigend, von 2 Seitenlinien begleitet, dadurch vom Schalendeckel abgesondert, Sagittalfeld unbedeutend-unbestimmt; centrale Area klein oder fehlend. Schalendeckel transversal gestreift, selten zerstreut punktiert. Kiel mit transversalen oder decussierten Punktreihen. — Gürtel mit mehr oder weniger zahlreichen Ringstreifen, von Zwischenbändern herrührend, die ihrerseits wieder senkrecht zum Ring gestreift sind. Chromatophoren: eine einzige große Platte, dem Gürtel anliegend.

14 Arten, meist marin oder im Brackwasser. Im Süßwasser wenig, z. B. *A. ornata* Bail. in Finnland; im Brackwasser: *A. paludosa* W. Sm., *A. alata* Kütz. (Fig. 246 *A, C*); marin: *A. gigantea* Grun. (Fig. 246 *B*).

141. **Auricula** Castr. (*Amphitrite* Cleve, *Amphoropsis* Grun. p. p.) Zellen *Cymbella*-artig, im Transversalschnitt nach einer Gürtelseite keilförmig zugeschärft. In Schalenansicht nierenförmig — *Cymbella*-förmig, die eine Seite convex, die andere gerade oder concav. Schale seitlich erhaben zum asymmetrischen, bogenförmigen, nicht S-förmig gebogenen Kiel. Raphe nicht S-förmig, bogenförmig. Kiel beider Schalen an derselben Seite gelegen. Gürtel mit Zwischenbändern. Schalenstructur: Transversalstreifung oder mehr oder weniger gebogene, unregelmäßige Linien. Chromatophoren: eine große Platte, der schmalen Gürtelbandseite anliegend, in eine centrale Plasmamasse eingebettet, die

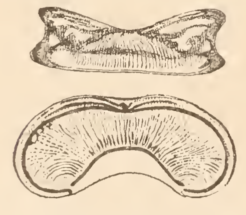


Fig. 247. *Auricula complexa* (Greg.) Cleve. (Nach Van Heurck.)

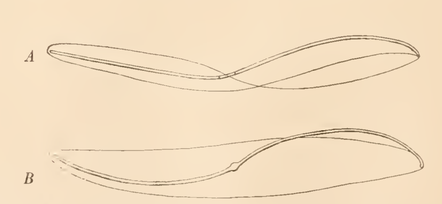


Fig. 248. *Rhoicosigma Antillarum* Cl. *A* Gürtelansicht; *B* Schalenansicht. (Nach Cleve et Grun.)

durch Plasmafäden mit dem Kiel verbunden ist. Auxosporen: 2 Zellen copulieren in einer kugeligen Gallertmasse und bilden dabei eine Auxospore.

9 marine Arten, z. B. *A. insecta* (Grun.) Cleve, *A. complexa* (Greg.) Cleve (Fig. 247).

142. **Rhoicosigma** Grun. (*Achnanthosigma* Reinh.) Zellen in Gürtelansicht *Achnanthes*-artig gebogen, mehr oder minder stark spiralförmig um die mittlere Sagittalachse tordiert. Schalen ähnlich wie *Pleurosigma*, aber ungleich, die obere convex mit gerader oder kaum gebogener Raphe, die untere concav mit gestielter, S-artig gebogener Raphe. Je stärker die Zelle geknickt ist, um so stärker der Unterschied der beiden Schalen. Streifung decussiert oder rectangulär.

10 Arten, marin. *R. robusta* Grun. verbreitet. *R. Antillarum* Cleve (Fig. 248).

143. **Mastogloia** Thwait. Zellform wie *Navicula*, doch mit Zwischenbändern und Quersepten. Zellen meist in gelatinösem, meist warzigem Pseudothallus nistend. Schale wie *Navicula*. Zwischen Schale und Gürtelband ringförmiges Zwischenband. Zwischenband mit Querseptum. Septum mit centralem, langgestrecktem, ovalem, nahe an beiden Enden eingeschnürtem Fenster. Seitenrand des Septum in radialgestreckte Kammern geteilt, deren Scheidewände in der Schalenansicht als Transversalrippen erscheinen; in der Gürtelansicht erscheinen die Septalkammern als am Schalenrand gelagertes Perlenband. Die Gattung leitet von *Navicula* zu *Orthoneis* über.

52 Arten, im Salzwasser, z. T. marine Küstenformen, auch im brackigen und im süßen Wasser. Im Süßwasser: *M. Grevillei* W. Sm.; im Süß- und Brackwasser: *M. Smithii* Thwait. (Fig. 249). Marin: *M. Closei* o' Meara. Durch leierförmige, glatte Streifen auf der Schale ist ausgezeichnet: *M. Braunii* Grun.

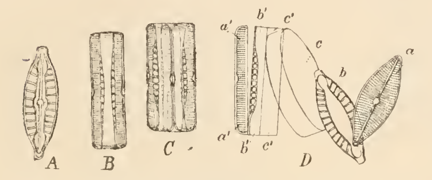


Fig. 249. *Mastogloia Smithii* Thwait. *A* Zelle in Schalen-, *B* in Gürtelansicht; *C* in Zellteilung; *D* ein Zellpanzer in seine einzelnen Teile zerlegt: *a*—*c* kleinere Hälfte (Hypotheca), *a'*—*c'* größere Hälfte (Epitheca); *a* Schale in Schalenansicht, *b* Zwischenband in Schalenansicht, *c* Gürtelband schräg gesehen; *c'* Gürtelband, *b'* Zwischenband, *a'* Schale, alle 3 in Gürtelansicht. (Nach W. Smith.)

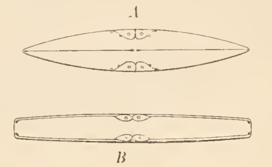


Fig. 250. *Stigmaphora lanceolata* Wall. *A* Zelle in Schalen-, *B* in Gürtelansicht. (Nach Wallich.)

144. **Stigmaphora** Wallich. Zellen frei, vom *Navicula*-Typus. Schalen lanzettlich, mit seitlichen Kämmerchen (loculi). Loculi mit Central- und Randpunkten. Wegen der 2 seitlichen Kämmerchen hat man *St.* wohl auch zu *Mastogloia* ziehen wollen. Es fehlt aber der Nachweis, dass die Kämmerchen wie bei *M.* von Quersepten an Zwischenbändern gebildet werden.

2 Arten, marin. *St. lanceolata* Wall. (Fig. 250) und *St. rostrata* Wall.

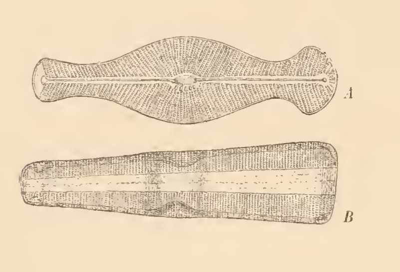
B. VII. 15. b. Naviculoideae-Naviculeae-Gomphoneminae.

Schalen und Gürtelansicht keilförmig. Schalen zum Sagittalschnitt symmetrisch, zum Transversalschnitt unsymmetrisch; mit Raphe, Central- und 2 Polarknoten; keilförmig, oft durch mehrere ungleiche Einschnürungen modificiert, so dass die Pole oft sehr ungleich geformt sind; transversal punktiert gestreift. Gürtelansicht keilförmig, gerade oder gebogen. Die Zellen leben in einem gallertartigen Pseudothallus oder sind mittelst eines Stieles am Substrat befestigt. Der Stiel ist hohl und setzt sich an das schmalste Ende der Gürtelseite an. Die Zellen lösen sich sehr leicht von den Stielen los und schwimmen dann frei im Wasser. Chromatophoren: eine große Platte dem Gürtel-

band anliegend. Auxosporen: 2 Mutterzellen bilden ohne Copulation 2 ihnen parallele Auxosporen.

A. Gürtelansicht gerade . . . . 145. **Gomphonema.**
B. Gürtelansicht gebogen . . . . 146. **Rhoicosphenia.**

145. **Gomphonema** Ag. (*Crystallia* Sommerfels, *Dendrella* Bory, *Diomphala* Ehrenb., *Gomphoneis* Cleve, *Gomphonella* Rabh., *Sphenella* Kütz., *Sphenosira* Ehrenb.) Zellen meist gestielt oder in Gallertmassen nistend, symmetrisch zu mittlerem Querschnitt und Sagittalschnitt, in Gürtelansicht keilförmig. Keil gerade. Die Sagittalachsen der Schalen schneiden sich unter spitzem Winkel. Schalen vom *Navicula*-Typus, symmetrisch um Sagittalachse, nach dem einen Ende keilartig verjüngt. Häufig seitlich 2 mal eingeschnürt, Schalendeckel strahlig punktiert gestreift. Centralknoten bisweilen mit Stauros oder staurosähnlicher, glatter, centraler Area. Structur häufig dadurch etwas unsymmetrisch, dass neben dem Centralknoten ein oder mehrere größere isolierte Punkte stehen. Die Raphe ist bisweilen von hyalinen Streifen eingefasst, der im Centrum bisweilen transversal zu einer staurosähnlichen, centralen Area ausgedehnt ist. Zwischenbänder mit Septen. Chromatophoren: eine große Platte, dem Gürtelband anliegend, bis nach der anderen Seite herumgeschlagen. Auxosporen: 2 aus 2 Mutterzellen in gemeinsamer Gallerthülle.



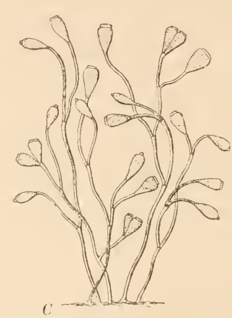


Fig. 251. *A*, *B* *Gomphonema geminatum* (Lyngb.) Ag. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (400/1). — *C* *G. olivaceum* (Lyngb.) Kütz., Rasen gestielter Zellen (400/1). (Nach W. Smith.)

66 Arten, wenige marin, meist im Süßwasser, häufig in schnell fließenden Bächen, auch fossil.

Sect. I. *Asymmetricae* Grun. Schalen mit isoliertem, einseitig neben den Centralknoten gestelltem Punkt oder mehreren solchen Punkten. — **A.** Formen mit bekopften Schalen; die Schalen sind am einen Pol nicht stark verjüngt, vielmehr kopfartig dick, oft dicker oder wenig dünner als in der transversalen Mittellinie, sehr häufig sind sie zwischen Polar- und Centralknoten transversal eingezogen. Polares Ende entweder echt kopfartig abgerundet oder in der Mitte noch mit einem kleinen kammartigen Vorsprung: *G. geminatum* (Lyngb.) Ag. (Fig. 251 *A*, *B*) in Gebirgsflüssen Europas und Nordamerikas, mit kräftiger Einschnürung am Kopfende (Halseinschnürung) und Fußende, ohne Kamm; *G. constrictum* Ehrenb. mit kräftiger Halseinschnürung ohne Kamm, auf Süßwasserpflanzen Europas verbreitet; *G. capitatum* Ehrenb. fast ohne Halseinschnürung und ohne Kamm, sehr verbreitet im Süßwasser Europas; *G. acuminatum* mit Hals und Kamm, in Europa und Amerika verbreitet; *G. augur* Ehrenb. ohne Hals mit Kamm, in Europa und Amerika zerstreut. — **B.** Kopflose Formen, deren dem Stiele abgewendetes Schalenende kräftig verjüngt ist: *G. angustatum* Kütz. Kopfende stumpf; *G. gracile* Ehrenb., Schalen schmal lanzettlich, fast lineal, beide Schalen spitz, im Süßwasser Europas.

Sect. II. *Symmetricae* Grun. Schalen ohne asymmetrische seitliche Punkte neben dem Centralknoten; Structur also vollkommen symmetrisch. — *G. olivaceum* (Lyngb.) Kütz. (Fig. 251 *C*) im Süßwasser in Europa und Nordafrika verbreitet; *G. exiguum* Kütz., an marinen Algen der Nordsee.

146. **Rhoicosphenia** Grun. Zellen meist gestielt, symmetrisch nach Sagittal-, unsymmetrisch nach Transversal- und Äquatorialschnitt. In Gürtelansicht keilförmig. Keil gekrümmt. Schalen in Schalenansicht keilförmig, gerade, ungleich, die eine mit echter Raphe und 3 Knoten, die andere mit Pseudoraphe ohne Knoten. Zwischenbänder mit Septen. Chromatophoren: eine große Platte, dem Gürtelband anliegend, herumgeschlagen nach der anderen Seite. Auxosporen: 2 aus 2 Mutterzellen in gemeinsamer Gallerthülle.

5 Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser. — *Rh. curvata* (Kütz.) Grun. (Fig. 252); kosmopolitisch im Süßwasser und an Meeresküsten. *Rh.* ist ein Bindeglied zwischen *Gomphonema* und *Achnanthes*.

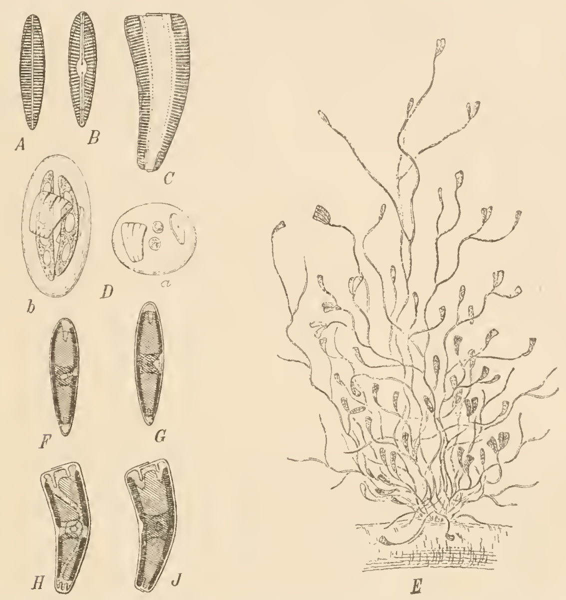


Fig. 252. *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun. *A*, *B* Schalenansicht; *A* mit Raphe, *B* mit Pseudoraphe; *C* Gürtelansicht (600|1); *D* Auxosporenbildung (200|1); *E* Rasen gestielter Zellen (100|1); *F—J* Zelle mit Chromatophoren (800|1); *F* concave, *G* convexe Schale; *H*, *J* die beiden Gürtelansichten. (*A—C* nach Van Heurck; *D*, *E* nach W. Smith; *F—J* nach Pfitzer.)

B. VII. 15. c. Naviculoideae-Naviculeae-Cymbellinae.

Zellen zum transversalen Längsschnitt und zum mittleren Querschnitt symmetrisch, zum sagittalen Längsschnitt nicht symmetrisch. Schalendeckel halbmond-doppelhörnchenförmig, mit einer stark convexen und einer weniger convexen oder concaven Langseite. Schalen so gegen einander geneigt, dass sich die Transversalachsen, aber nicht die Sagittalachsen in der Verlängerung nach der concaven Seite schneiden (Form von Apfelsinenkeilchen). Raphe einem Schalenrande mehr oder weniger genähert, gerade oder meist gebogen. Chromatophoren: eine große Platte, dem Gürtelband anliegend. Auxosporenbildung: 2 Mutterzellen bilden 2 gleichgerichtete Auxosporen.

I. Schalen ohne Transversalrippen.

A. Schalen nicht sehr stark asymmetrisch, Raphe vom Gürtelbandrand entfernt, Gürtelband schmal, ohne Streifen . . . . **147. Cymbella.**

a. Zellen frei oder auf Gallertstielen lebend . . . . a. **Cocconema.**
b. Zellen in Gallertschläuchen lebend . . . . b. **Encyonema.**
B. Schalen stark asymmetrisch. Centralknoten der concaven Gürtelseite sehr genähert, Gürtelband breit, mit Querstreifen. Raphe nicht auf erhabenem Kiel. **148. Amphora.**
II. Schalen mit Transversalrippen. Raphe oft schwer erkennbar.
a. Raphe nicht auf Kiel . . . . **149. Epithemia.**
b. Raphe auf erhabenem Kiel . . . . **150. Rhopalodia.**

147. **Cymbella** Ag. (*Cymbophora* Bréb., *Gloeodictyon* Ag., *Gloeonema* Ehrenb., *Lunularia* Bory, *Syncyclica* Ehrenb.) Zellen cymbelförmig, nach der langen Gürtelseite nach Art der Apfelsinenkeilchen keilförmig zugeschärft. Zellenhälften symmetrisch zum Querschnitt und Transversalschnitt, unsymmetrisch zum Sagittalschnitt. Schalen so gegen einander geneigt, dass die Transversalachsen sich in der Verlängerung nach der concaven Seite schneiden. Schalen gestreckt, *Navicula*-artig, aber mehr oder weniger unsymmetrisch zur Sagittalachse, mit ungleich stark gebogenen Langseiten von der Form eines Halbmondes oder doppelten Hörnchens, durch die excentrische, mehr oder weniger stark C-förmig gebogene, seltener gerade Raphe in 2 ungleiche Teile geteilt. Structur: transversalstrahlige Reihen, von Punkten oder feinen Streifen gebildet. Die Structur ist, so weit es der Grundriss der Schale zulässt, symmetrisch zur Raphe (verzerrte Symmetrie, vergl. S. 46), doch finden sich bisweilen neben dem Centralknoten einseitig ein oder mehrere Punkte, die ganz aus der Symmetrie herausfallen. Gürtel ohne Zwischenbänder. Chromatophoren: eine große Platte, deren Mitte der convexen langen Gürtelbandseite anliegt und deren Ränder nach beiden Schalen herumgeschlagen sind und noch bis auf die entgegengesetzte Gürtellangseite reichen. Teilung der Chromatophoren durch 2 sagittale, von den Polen nach dem Centrum vordringende Einschnitte. Auxosporenbildung: 2 Zellen lagern parallel neben einander, umhüllen sich mit dicker Gallertschicht, die Schalen werden abgeworfen, der Inhalt teilt sich, die Hälften aus verschiedenen Zellen vereinigen sich; das Product teilt sich dann wieder in 2 der Richtung der Mutterzelle parallel gelagerte Auxosporen. Die Zellen leben normal in Colonien, die z. T. gestielt sind (*Cocconema*), z. T. in Gallertschläuche eingeschlossen, *Ectocarpus*-ähnliche Pseudothallome bilden (*Encyonema*). Die gestielten Zellen lösen sich leicht los und schwimmen dann frei im Wasser (*Eucymbella*).

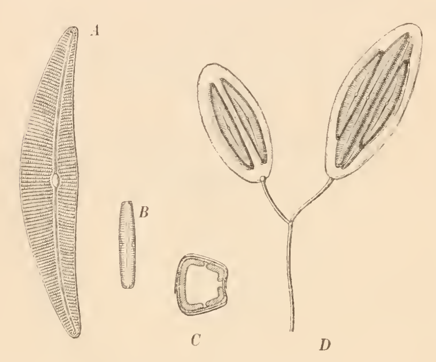


Fig. 253. *A, D Cymbella (Cocconema) lanceolata* (Ehrenb.) Kirchn. — *B C. cymbiformis* (Kütz.) Bréb. var. *parva* W. Sm. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht; *D* Auxosporenbildung in gestieltem Nest. — *C. gastroides* Kütz., Transversalschnitt. (*A, B, C* 350/1, *D* 85/1.) (*A, B, D* nach W. Smith; *C* nach Pfitzer.)

64 Arten, meist im Süßwasser, auch fossil.

Sect. I. *Cocconema* Ehrenb. Zellen frei oder am Substrat mittels mehr oder minder stark verzweigter Gallertstiele befestigt. Für die freien Formen gilt auch *Cymbella* als eigener Gattungsname. (Diese Trennung ist aber nicht aufrecht zu erhalten.) Die Verzweigung entsteht, indem für jedes Zellindividuum nach der Zellteilung ein eigener Zweigstiel entwickelt wird, wodurch zusammenhängende Colonien gebildet werden. Die bäumchenartigen Colonien leben gern zu vielen vergesellschaftet und bilden dadurch kleine Wälder. Die Polarknoten befinden sich nahe den Schalenenden. Fast alle Arten im Süßwasser; im Brackwasser: *C. pusillum* Grun.

Van Heurck teilt sie in 2 Untersectionen:

Untersect. 1. Eine Seite der Schalenansicht stark convex, die andere schwach convex. Gewöhnlichste Form *C. Ehrenbergii* Kütz., mit breit lanzettlicher, fast elliptischer Schale.

Stark verlängerte Schalen mit viel stärker gekrümmter, convexer Seite haben: *C. subaequale* Grun., *C. affine* Kütz. Fast gar nicht gekrümmt sind die Seiten der sehr *Navicula*-ähnlichen, langgestreckten *C. aequale* W. Sm.

Untersect. 2. Eine Seite der Schalenansicht ist convex, die andere concav. Concavität der Raphe dem concaven Schalenrand gleich gerichtet. — *C. lanceolata* (Ehrenb. Kirchn. (Fig. 253 *A, D*), häufige Form in ganz Europa, ebenso *C. gastroides* Kütz. (Fig. 253 *C*). *C. cymbiforme* (Kütz., Ehrenb.) Bréb. (Fig. 253 *B*) hat einen isolierten Punkt neben dem Centralknoten; von *C. cistula* (Hempr.) Kirchn. mit 2—5 Nebenpunkten zur Seite des Centralknotens ist mehrfach die Auxosporenbildung beschrieben worden.



Fig. 254. *Cymbella* (*Encyonema*) *prostrata* (Berk.) Ralfs. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (400|1). (Nach W. Smith.)

Sect. II. *Encyonema* Kütz. Zellen in Schläuchen lebend. Raphe fast gerade. Polarknoten von den Enden entfernt, Streifung an den Polen strahlig. — Verbreitet sind: *C prostrata* (Berk.) Ralfs (Fig. 254) in unverzweigten und *C. caespitosum* (Kütz.) in verzweigten. Schläuchen lebend.

148. **Amphora** Ehrenb. (*Okedenia* Eulenstein). Zellen meist frei, einzeln, in Gürtelansicht elliptisch, fast 4eckig, oft in der Mitte geschwollen oder eingeschnürte Gürtel, oft mit Ringstreifenfalten, = Punktreihen, bisweilen mit keilförmigen Zwischenbändern. Schalen cymbelförmig. Centralknoten dem Rand genähert, oft transversal zum Stauros verbreitert. Raphe gekrümmt. Chromatophoren: jede Zelle hat nur eine einzige große, wenig zerschnittene Endochromplatte, der concaven Gürtelbandseite anliegend und die Ränder nach den Schalen und der convexen Gürtelseite umschlagend, die sich in der Medianlinie durch 2 von den Enden her eindringende Einschnitte teilt.

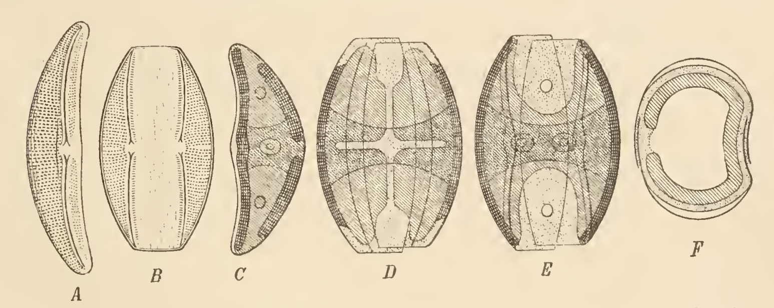


Fig. 255. *Amphora ovalis* Kütz. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (600|1); *C—F* Zellen mit Chromatophoren; *C* Schalenansicht; *D* convexe, *E* concave Gürtelseite (500|1); *F* Transversalschnitt. (*A, B* nach Van Heurck; *C—F* nach Pfitzer.)

Ungefähr 221 sehr schwierig zu unterscheidende Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser und fossil; sie werden nach Cleve in folgende Sectionen geteilt:

A. Gürtelband nicht gefaltet.

a. Punkte der Schalen groß, transversale Streifen und undulierend sagittale Linien bildend. Sect. I. *Amphora.*

b. Punkte der Schale bilden keine polare, sagittale Linien.

α. Concave Seite der Schale breit. Streifen auf beiden Seiten der Schale fein punktiert. Sect. II. *Psammamphora.*

β. Concave Seite der Schale sehr schmal, Streifen nicht deutlich geperlt Sect. III. *Cymbalamphora.*

B. Gürtelband mit Falten.
- a. Punktierung der Schalen grob, zu geraden, transversalen und polaren Reihen geordnet . . . Sect. IV. *Diplamphora*.
- b. Punkte keine geraden, sagittalen Reihen bildend.
  - α. Concave Schalenseite schmal. Schalenenden geschnäbelt-gekopft. Perlen undulierende sagittale Linien bildend . . . . Sect. V. *Halamphora*.
  - β. Schalen anders.
    - I. Concave Schalenseite glatt, mit sagittalem Kamm . . Sect. VI. *Calamphora*.
    - II. Concave Schalenseite gestreift.
      1. Concave Schalenseite ziemlich breit, beide Seiten mit gleicher Streifung; die Raphehälften divergieren vom Centralknoten aus . . Sect. VII. *Amblyamphora*.
      2. Concave Schalenseite sehr schmal, mit feinerer Streifung als die convexe. Raphe gerade, dem Rande genähert. Centralknoten oft staurosähnlich verbreitert . . . . Sect. VIII. *Oxyamphora*.

Sect. I. *Amphora* (Ehrenb.). Beide Seiten der Schale meist mit einem schmalen sagittalen Streifen oder Bahn; hierher die typischsten Formen. — *A. ovalis* Kütz. (Fig. 255), sehr verbreitet im Süßwasser; *A. Normanni* Rabenh. und *A. perpusilla* Grun. auf feuchten Mauern; *A. marina* V. H., *A. Proteus* Greg., *A. robusta* Greg., *A. arenicola* Grun.; marin, an den Nordseeküsten.

Sect. II. *Psammamphora* Cleve. Hierher: *A. arenaria* Donk., *A. ocellata* Donk.; Beide marin. An den Nordseeküsten.

Sect. III. *Cymbalamphora* Cleve. Hierher *A. angusta* Greg. der Nordseeküsten.

Sect. IV. *Diplamphora* Cleve. Marin; an der Nordseeküste kommen vor: *A. crassa* Greg. mit doppelter Schalenstructur, Rippen und zwischen ihnen Perlenreihen; *A. Grevilleana* Greg. mit einfacher Schalenstructur; *A. alata* Per. mit einer flügelartigen Membranwucherung an der convexen Schalenseite.

Sect. V. *Halamphora* Cleve. — **A.** Gürtel mit keilförmigen Zwischenbändern: *A. Eunotia* Cleve. — **B.** Gürtel ohne Zwischenbänder. An der Nordseeküste im Brackwasser: *A. angularis* Greg. bisquitförmig mit verjüngten Enden; *A. veneta* Kütz. und *A. salina* W. Sm. langelliptisch mit abgestutzten Enden; im Salzwasser: *A. acutiuscula* Kütz., ebenso *A. inflexa* (Bréb.) H. L. Sm., das als *Okedenia* von Eulenstein zur eigenen Gattung erhoben, nach Cleve aber zu *Halamphora* zu ziehen ist.

Sect. VI. *Calamphora* Cleve. — *A. limbata* Cleve et Grun., an der norwegischen Küste gefunden.

Sect. VII. *Amblyamphora* Cleve. — An der Nordsee: *A. spectabilis* A. Schm. im Brack- und Salzwasser mit deutlicher Streifung; *A. obtusa* Greg. marin mit äußerst zarter Streifung.

Sect. VIII. *Oxyamphora* Cleve. — **A.** Zum Teil mit Stauros: *A. acuta* Greg. mit gerader Raphe, mit deutlichen Perlstreifen; *A. laevis* Greg. mit schwachgekrümmter Raphe und feinen Streifen; *A. laevissima* Greg. mit scharf gekrümmter Raphe, fast glatt; alle 3 marin an der Nordseeküste. — **B.** Zum Teil ohne Stauros: *A. arcus* Greg. mit kräftiger, gestreifter Schale, marin; *A. hyalina* Kütz. Schale schwach verkieselt, hyalin, im Brackwasser.

149. **Epithemia** Bréb. (*Amphicampa* Ehrenb., *Climacidium* Ehrenb., *Cystopleura* Bréb., *Desmogonium* Ehrenb., *Epithema* Bréb., *Heterocampa* Ehrenb., *Ophidocampa* Ehrenb.) Zellen einzeln, selten zu 2 oder mehreren an einander haftend, epiphytisch lebend, mit der Ventralseite angeheftet, nicht gestielt, nicht in Schläuchen lebend. Schalenansicht bogenförmig. Eine Seite concav, die andere convex. Oberfläche der Schalen mit transversalen Rippen. Rippen innerlich = Transversalsepten, die bis zum Zwischenband reichend die Schale in eine sagittale Reihe von Kämmerchen teilen. Schalen scheinbar ohne Raphe, dafür mit excentrischer, dem Rand genäherter Pseudoraphe. Die Pseudoraphe ist von O. Müller bei einigen Arten als echte Raphe erkannt und wird voraussichtlich bei allen Arten den anatomischen Bau der echten Raphe haben. Gürtelförmige Zwischenbänder können vorhanden sein oder fehlen. Chromatophoren: meist eine große Platte, der convexen Gürtelseite anliegend und 2 Lappen nach den Schalen und über diese weg nach der entgegengesetzten Gürtelseite herumschlagend, oder 2 plattenförmige Chromatophoren in der Zelle. Auxosporenbildung: aus 2 Mutterzellen, die sich neben einander legen, bilden sich 2 Auxosporen, angeblich unter Verschmelzung von je 2 zu verschiedenen Zellen gehörigen Plasmahälften.

26 Arten, im Süß- und Brackwasser. — *E. Hyndmannii* W. Sm. (Fig. 256 *A*, *B*).

Sect. I. *Eu-Epithemia* F. S. Zwischenband ohne Quersepten. Transversalrippen nicht bekopft. — *E. gibba* (Ehrenb.) Kütz., eine der gewöhnlichsten Süßwasserformen. Marin ist *E. musculus* Kütz.

Fig. 256. *A*, *B* *Epithemia Hyndmannii* W. Sm. (500|1). — *C*, *D* *E. Argus* (Ehrenb.) Kütz. (500|1). — *E*, *F* *E. turgida* (Ehrenb.) Kütz. *A*, *C* Schalen-, *B*, *D* Gürtelansicht; *E* halber Panzer, Sagittalschnitt (*A* Schale mit Zwischenband am Gürtelband); *F* Querseptum in Schalenansicht; *G*—*J* Auxosporenbildung; *K*—*M* Chromatophoren, *K*, *L* die beiden Gürtelbandseiten, *M* Schalenseite. (*A*—*D* nach Van Heurck; *E*, *F* nach W. Smith; *G*—*M* nach Pfitzer.)

Sect. II. *Capitata* F. S. Transversalrippen bekopft. Zwischenband mit unvollkommen gefenstertem Querseptum. Fensterwände mit den Enden der Transversalrippen verbunden. Verbindungsstelle den Rippenkopf bildend. — *E. sorex* Kütz. sehr gewöhnlich im Süßwasser. Verbreitet in Europa: *E. Argus* (Ehrenb.) Kütz. (Fig. 256 *C*, *D*) mit besonders großen Rippenköpfen; *E. turgida* (Ehrenb.) Kütz. (Fig. 256 *E*, *F*).

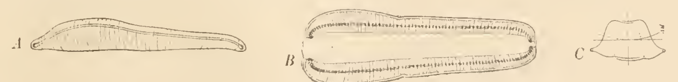


Fig. 257. *Rhopalodia hirudiniformis* O. Müller. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (600|1); *C* Transversalschnitt (300|1). (Nach O. Müller.)

150. **Rhopalodia** O. Müller. Schalenansicht nieren-, sichel- oder klammerförmig, ascusartig bis unregelmäßig wurmförmig. Gürtelansicht elliptisch bis linear. Transversalschnitt trapezoidisch, dachartig, mit spitzem Winkel. Centralachse gekrümmt. Jede Panzerhälfte mit einem Zwischenband ohne Septum. Gürtelbänder nach Art der

Epithemien. Schalen nach der gebogenen Sagittalachse entwickelt, mit durchgehenden, stärkeren, schwach radialen Querrippen. Meist mit etwas eingesenktem Mittel- und 2 Endknoten, welche durch eine nicht winkelig gebogene Raphe verbunden werden; diese verläuft auf einer dachartigen Erhebung des Schalendeckels, einem Kiel, ist mehr oder weniger dorsal verschoben und bildet stets den Umriss der Gürtelseiten. Unter den Endknoten je ein kurzes, auf die Ecke beschränktes, von der Schale ausgehendes Querseptum.

11 Arten, im Süßwasser. — *R. hirudiniformis* O. Müller (Fig. 257).

B. VII. 16. Nitzschioideae-Nitzschieae.

Schalen zum Transversalschnitt symmetrisch, zum Sagittalschnitt unsymmetrisch, gekielt. Kiel mit Punkten, meist an einem Rande. Transversalschnitt rhombisch. Kiel diagonal oder beide an derselben Seite. Kiel mit Canalraphe. Chromatophoren: 1. eine diagonal gelagerte Platte, oder 2. zwei kleinere Platten diagonal, oder 3. eine Platte einer Gürtelfläche anliegend.

A. Kiel nicht in Köpfchen aufgelöst.
  a. Kiel median, Schale wenig convex, Zellen zu beweglichen Bändern vereinigt. **151. Bacillaria.**
  b. Kiel seitlich verschoben. Schalen convex . . . . **152. Nitzschia.**
B. Kiel in eine Reihe kleiner Köpfchen aufgelöst . . . . **153. Clavularia.**

Fig. 258. *Bacillaria paradoxa* Gmel. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (400/1).

151. **Bacillaria** Gmel. (*Vibrio* Müller). Zellen stabförmig, gerade, aber die Schalen wenig convex. Kiel median oder fast median, weniger scharf als bei *Nitzschia*. Kielpunkte seitlich nicht verlängert. Transversalstreifen deutlich. Zellen in tafel- oder bandförmigen Ketten lebend. Ketten frei beweglich. Zellen in Kettenverband beweglich, indem sie mit den Schalen auf einander in sagittaler Richtung hin- und hergleiten.

4 Arten, im Süß-, Salz- und Brackwasser. — *B. paradoxa* Gmel. (Fig. 258 u. Fig. 47, S. 34).

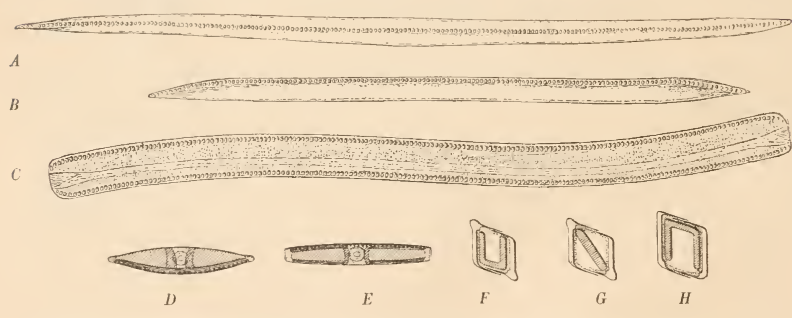


Fig. 259. *A—C Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm. *A, B* Schalenansichten; *C* Gürtelansicht (400/1). — *D—H N. Palea* (Kütz.) W. Sm., Zelle mit Chromatophoren. *D* Schalen-, *E* Gürtelansicht; *F, G, H* schematische Transversalschnitte: *F* u. *G* von wechselriefigen, *H* von einer gleichriefigen *N.* (*A—C* nach W. Smith; *D—H* nach Pfitzer.)

152. **Nitzschia** Hassal (*Grunowia* Rabh., *Oscillaria* Schrank, *Pritchardia* Rabh., *Sigmatella* Kütz.). Zellen meist frei, nach Sagittalschnitt unsymmetrisch. Gürtelbänder und Schalenfläche stehen nicht im rechten Winkel zu einander; Transversalschnitt rhombisch. Schalen zur Transversalebene symmetrisch, mit Kiel und kurzen oder zu kurzen Rippen verlängerten Kielpunkten. Kiele der beiden Schalen in Diagonalstellung zu einander, bis-

weilen am Rande derselben Gürtelseite. Den Kiel durchzieht nach O. Müller eine Canalraphe. Chromatophoren: eine große Platte mit einer vollkommenen oder unvollkommenen centralen Durchbrechung und mit vielen kleineren Pyrenoiden und Pseudoamylonheerden, einer Gürtelseite anliegend, die Ränder bisweilen auf die Schalen, aber nicht bis auf die andere Gürtelseite herumschlagend.

187 Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser. Meist marin und fossil. — *N. Palea* (Kütz.) W. Sm. (Fig. 259 *D—H*).

Untergattung I. *Nitzschia* Hassal. Kiel nach entgegengesetzten Gürtelseiten hin verschoben. Diagonalstellung. Einteilung in Sectionen im wesentlichen nach Grunow.

Sect. I. *Tryblionella* (W. Smith ex parte) Grunow. Kiel sehr excentrisch, Schalen meist wellig gefaltet, Kielpunkte undeutlich, meist in gleicher Anzahl wie die Querriefen. — *N. Tryblionella* Hantzsch im Süß- und Brackwasser; *N. navicularis* (Sm.) Grun. marin.

Sect. II. *Panduriformes* Grunow. Schalen breit, in der Mitte zusammengezogen, mit stärkerer oder schwächerer Längsfalte, Kiel dem einen Rande sehr genähert. Kielpunkte sehr deutlich oder scheinbar fehlend. Streifung decussiert. — *N. panduriformis* Grun. marin.

Sect. III. *Apiculatae* Grunow. Kiel sehr dem einen Rande genähert, Schalen länglich lineal oder in der Mitte etwas verdünnt, Querstreifen auf der Längsfalte matter wie auf dem übrigen Teil der Schale oder fehlend. Punkte nicht in Quincunx. — *N. apiculata* (Greg.) Grunow.

Sect. IV. *Pseudo-Tryblionella* Grun. Kiel mehr oder weniger dem einen Schalenrande genähert, Schalen mit flacheren oder tieferen Längsfalten, über welche die Querstreifung gleichmäßig wie im übrigen Teile der Schale verläuft. Kielpunkte immer deutlich.

Sect. V. *Circumsutae* Grun. Schalen mit breiterer oder schmälerer Längsfalte, sehr excentrischem Kiele, deutlichen Kielpunkten und unregelmäßig punktierter Oberfläche, welche außerdem aber von zarten, regelmäßigen Punktreihen durchzogen ist. Beide Arten der Punktierung gehören verschiedenen Schichten der Schale an. — *N. circumsuta* (Bailey) Grun.

Sect. VI. *Dubiae* Grun. Ähnlich *Pseudo-Tryblionella*, die Schalen sind aber nicht wellig gefaltet. Zelle in der Mitte etwas verengt, Kiel excentrischer, wie bei der nächsten Gruppe. Die Untersuchung der Arten ist schwierig und teilweise fraglich. — *N. dubia* W. Sm. im Süßwasser.

Sect. VII. *Bilobatae* Grun. Ähnlich der vorigen Gruppe, aber mit mehr centralem Kiele und so den Übergang in die Gruppe *Pseudo-Amphiprora* bildend. Schalen ohne Längsfalten. — *N. bilobata* W. Sm.

Sect. VIII. *Pseudo-Amphiprora* Grun. Schalen mit fast centralem, scharfem Kiele, hochgewölbt, ohne Längsfalten. Kielpunkte immer deutlich. Frusteln in der Mitte eingeschnürt mit angedeutetem Centralknoten.

Sect. IX. *Perrya* Kitton. Schalen hochgewölbt, mit scharfem, fast centralem Kiele, in der Mitte nicht verengt. Die Kielpunkte bestehen meist aus kürzeren oder längeren Strichen, welche bei *N. Weissflogii* bisweilen, bei *N. pulcherrima* vielfach unterbrochen sind, so dass sie bei letzterer Art Querreihen grober, länglicher Punkte ähneln. — *N. pulcherrima* Grun. et Kitton.

Sect. X. *Epithemioideae* Grun. Kiel excentrisch, die Kielpunkte sind teilweise in Rippen verlängert, welche die ganze Schalenbreite durchlaufen.

Sect. XI. *Grunowia* Rabenhorst. Ähnlich der vorigen Gruppe, die durch die Verlängerung der Kielpunkte entstehenden Rippen sind aber meist kürzer und erreichen nicht die ganze Breite der Schalen. Kiel sehr excentrisch. — *N. Denticula* Grun. im Süßwasser.

Sect. XII. *Scalares* Grun. Ähnlich der vorigen Section, aber mit schärferem, weniger excentrischem Kiele. — *N. scalaris* W. Sm. im Brackwasser.

Sect. XIII. *Insignes* Grun. Ähnlich der vorigen Gruppe, aber mit noch mehr excentrischem Kiele, so dass sich manche Formen an die Gruppe *Perrya* eng anschließen. Frusteln bisweilen ganz schwach sigmaförmig gebogen. — *N. insignis* Greg. marin.

Sect. XIV. *Vivaces* Grun. Kiel mäßig excentrisch; Schalen je nach der Lage halbiert lanzettlich, mit fast centralem Kiele. Die Schalen haben in manchen Lagen Ähnlichkeit mit *Hantzschia*; die mittelsten Kielpunkte stehen bei allen Arten nicht entfernter wie die übrigen und ist keine Andeutung eines Centralknotens sichtbar, was bei allen *Hantzschiae* der Fall ist. — *N. vivax* W. Sm. marin.

Sect. XV. *Spathulatae* Grun. Ähnlich *Bacillaria*, aber mit meist sehr zart gestreiften Schalen. Kiel in der Schalenansicht meist von 2 parallelen Begleitlinien eingefasst. Die

meisten Formen dieser Section bilden eine zusammenhängende Kette, in welcher die Abscheidung von Arten sehr schwierig ist. — *N. spathulata* Bréb. marin.

Sect. XVI. *Dissipatae* Grun. Ähnlich den vorigen beiden Gruppen, aber mit etwas weniger centralem Kiele, ohne Begleitlinien. Schalen meist ziemlich klein, sehr zart gestreift. Andeutungen eines Centralknotens nicht vorhanden. — *N. dissipata* (Kütz.) Grun.

Sect. XVII. *Sigmoideae* Grun. Kiel fast central, ohne Begleitlinien. Frusteln sigmaförmig gebogen. Schale ohne Längsfurchen, Kielpunkte nicht verlängert. Andeutungen eines Centralknotens nicht sichtbar. — *N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm. (Fig. 259 *A—C*).

Sect. XVIII. *Sigmata* Grun. Kiel noch mehr excentrisch als in der vorigen Gruppe. Zellen in Schalen- und Gürtelansicht sigmaförmig gebogen. — *N. sigma* W. Sm. im Brackwasser.

Sect. XIX. *Obtusae* Grun. Ähnlich der vorigen Gruppe, mit mehr oder weniger excentrischem Kiel, welcher in der Mitte eine kleine Ausbiegung nach innen hat. Die mittelsten Kielpunkte etwas entfernter als die übrigen und dazwischen Andeutungen eines Centralknotens. — *N. obtusa* W. Sm. im Brackwasser.

Sect. XX. *Spectabiles* Grun. Schalen groß, schwach bogenförmig, mit excentrischem Kiele, ohne Längsfalten. Kielpunkte etwas in die breite Schalenhälfte verlängert, aber viel weniger als bei der Gruppe *Insignes* und oft kaum merklich. — *N. spectabilis* (Ehrenb.) Ralfs im Brackwasser.

Sect. XXI. *Lineares* Grun. Kiel etwas excentrisch, aber weniger als bei den nächsten Gruppen. Frusteln gerade, bisweilen in der Mitte sehr wenig verengt, so dass sich Übergänge in die Gruppen *Dubiae* und *Bilobatae* zeigen. Schalen ohne Längsfalten, Kielpunkte fast rund oder etwas eckig, kaum seitwärts verlängert. — *N. linearis* (Ag.) W. Sm.

Sect. XXII. *Lanceolatae* Grun. Schalen lanzettlich, linearlanzettlich oder seltener oval, mit sehr excentrischem Kiel, ungefaltet, Kielpunkte nicht verlängert. — *N. lanceolata* W. Sm. im Brackwasser.

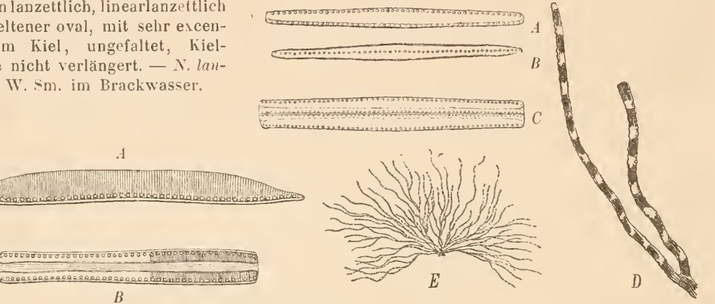


Fig. 260. *Nitzschia* (*Hantzschia*) *amphioxys* (Ehrenb.) W. Sm. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

Fig. 261. *A—C Nitzschia* (*Homoeocladia*) *filiformis* W. Sm. *A*, *B* Schalen-, *C* Gürtelansicht (*C* von 2 Zellen) (400/1). — *D*, *E N.* (*Hom.*) *Martiana* Ag. *D* Schlauchstück mit Zellen (10/1); *E* Rasen (nat. Gr.) (Nach W. Smith.)

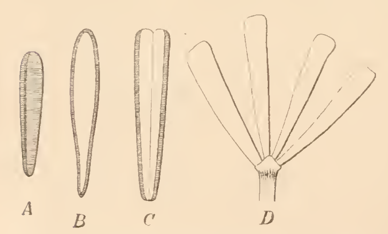


Fig. 262. *Nitzschia* (*Gomphonitzschia*) *Ungeri* Grun. *A*, *B* Schalen-, *C* Gürtelansicht; *D* 4 Zellen auf Gallertstiel (500/1). (Nach Grunow.)

Sect. XXIII. *Nietzschiella* (Rabh.) Grun. Schalen mit excentrischem Kiele und lang vorgezogenen Spitzen. — *N. longissima* (Bréb.) Ralfs.

Untergattung II. *Hantzschia* Grun. (*Pseudoepithemia* Cleve et Grun.) Zelle vom *Nitzschia*-Bau. Schalen gebogen, ungleichseitig, Dorsalseite convex gebogen, Ventralseite eben, am Ende etwas geschnäbelt, mit Knotenkiel, Kielknoten bisweilen zu Rippen verlängert. Centralknoten angedeutet. Gürtelansicht zeigt die Kielknoten an derselben Zellseite (Lateralstellung der Kiele). — 9 Arten, meist im Süß- und Brackwasser, doch auch marin. *N. amphioxys* (Ehrenb.) W. Sm. (Fig. 260) im Süß- und Brackwasser; *N. marina* (Donk.) marin.

Untergattung III. *Homoeocladia* Ag. Zellen vom *Nitzschia*-Typus in Schläuchen lebend. — 10 Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser. Meist marin. *N. filiformis* W. Sm. (Fig. 261 *A—C*) und *N. Martiana* Ag. (Fig. 261 *D, E*).

Untergattung IV. *Gomphonitzschia* Grun. Zellen wie bei *Nitzschia*, doch keilförmig, kurz gestielt oder fächerartig sitzend. — 2 Arten, im Süß- und Salzwasser. *N. ungeri* Grun (Fig. 262).

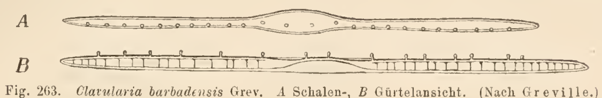


Fig. 263. *Clavularia barbadensis* Grev. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. (Nach Greville.)

153. **Clavularia** Grev. Zellen frei, lineal verlängert, mit zahlreichen, falschen, transversalen Scheidewänden, die durch eine centrale, glatte, äußere Platte unterbrochen werden. Schalen lineal, mit centraler Anschwellung und einer sagittalen Reihe von Knöpfchen, die in Gürtelansicht als Köpfe kurzer Hörnchen erscheinen. Zweifelhafte Form von unsicherer systematischer Stellung.

1 Art, fossil. — *Cl. barbadensis* Grev. (Fig. 263).

B. VIII. 17. Surirelloideae-Surirelleae.

Schalen symmetrisch zur Sagittalachse. Schale mit geflügelten, oft transversalgerippten Randkielen und bisweilen mit stumpfem Sagittalkiele. Kiele mit canalartiger Raphe. Ohne Knoten. Teilungsebene gerade oder gebogen (sattelförmig) oder spiralig gedreht. Chromatophoren: 2 Platten den Schalen anliegend, oft mit lappenförmigen Auswüchsen in der Fläche.

I. Sagittallinie der Schalenoberfläche unduliert (Transversalwellen) **154. Cymatopleura.**
II. Sagittallinie der Schalenoberfläche nicht unduliert.
  A. Schalenumriß elliptisch oder ei-keilförmig mit starken Transversalrippen, die einen meist lineal gestreckten Streifen freilassen. Kiel geflügelt oder nierenförmig mit Radialrippen . . . . **155. Surirella.**
  B. Schalenumriss fast kreisförmig. Zelle flach, sattelartig gebogen. Kiel nicht geflügelt. Pseudoraphe beider Schalen gekreuzt . . . . **156. Campylodiscus.**

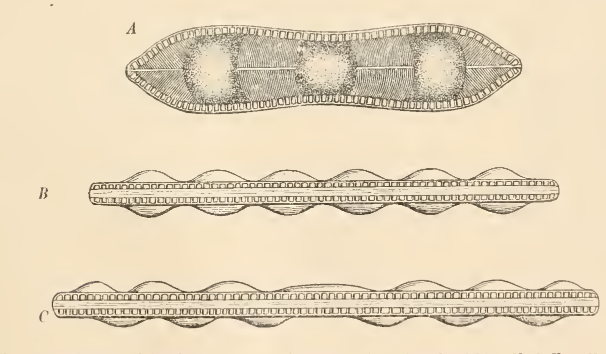


Fig. 264. *Cymatopleura Solea* (Bréb.) W. Sm. *A* Schalen-, *B*, *C* Gürtelansicht. (Nach Van Heurck.)

154. **Cymatopleura** W. Sm. (*Sphynctocystis* Hass.) Schalenansicht elliptisch-, kahn-, stabförmig. Oberfläche transversal unduliert, mit geperltem Rand, fein gestreift, Pseudo-

raphe bestimmt aber schwer sichtbar. Gürtelansicht stabförmig, mit geradlinigem Rand, die Wellen des Schalendeckels zeigend. Auxosporen: eine aus 2 Zellen.

9 Arten im Süß- und Brackwasser, z. B. *C. Solea* (Bréb.) W. Sm. (Fig. 264).

155. **Surirella** Turp. (*Novilla* Heib., *Stenopterobia* Bréb., *Suriraya* Turp.) Schalen keilförmig, nierenförmig, elliptisch oder linear, bisweilen tordiert, mit linearer oder lanzettlicher Pseudoraphe, mit kurzen oder die Pseudoraphe erreichenden Rippen und mit mehr oder minder stark entwickelten Kielen in der Nähe des Schalenrandes. Pseudo-



Fig. 265. *A*, *B* *Surirella splendida* (Ehrenb.) Kütz. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht. — *C* *S. spiralis* Kütz., (400/1). (Nach W. Smith.) *Suriraya calcarata* (Zellteilung) siehe Einleitung Fig. 15 *F*, *G*.

raphe beider Schalen parallel. Gürtelansicht durch vorspringenden Kiel geflügelt, enthält nach O. Müller Canalraphe. Chromatophoren: 2 Platten, den Schalen angelagert, durch Parallelspaltung sich teilend. Auxosporen: eine aus 2 Zellen.

194 Arten, im Süß-, Brack- und Salzwasser.

Sect. I. *Eusuriraya* F. S. — **A.** Zellen frei. Schalen eben. — **Aa.** Schalen nach beiden Enden gleich zugeschärft: *S. biseriata* Bréb. — **Ab.** Schalen nach einem Ende stärker verjüngt: *S. splendida* Ehrenb. (Fig. 265 *A*, *B*). — **B.** Zelle um die mittlere Sagittallinie tordiert: *S. spiralis* Kütz. (Fig. 265 *C*).

Sect. II. *Podocystis* Kütz. (*Euphyllodium* Shadb.) Zellen gestielt: *S. adriatica* Kütz. (Fig. 266).

Sect. III. *Plagiodiscus* Grun. et Eulenst. Zelle wie *Suriraya*, doch in Schalenansicht nierenförmig, mit Radialrippen.

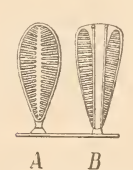


Fig. 266. *Surirella* (*Podocystis*) *adriatica* Kütz. *A* Schalen-, *B* Gürtelansicht (150/1). (Nach Rabenhorst.)

156. **Campylodiscus** Ehrenb. (*Calodiscus* Rabh., *Coronia* Ehrenb.) Schalen kreisförmig, durch Verbiegung unregelmäßig erscheinend, mit meist kurzen Rippen. Zellen sattelförmig gebogen-verbogen. Sagittalachse beider Schalen gekreuzt. Chromatophoren: 2 Platten den Schalen angelagert, wie bei *Surirella*.

112 Arten, meist marin. — *C. noricus* Ehrenb. (Fig. 267 *B*) und *C. superbus* Rab. (Fig. 267 *C*).

Nach Deby wird die Gattung eingeteilt in

Sect. I. *Raphideae* Deby. Schalen mit einem schmalen, glatten Feld oder einer Sagittallinie (Pseudoraphe). — *C. Ralfsii* W. Sm. marin.

Sect. II. *Vagae* Deby. Feld unbestimmt begrenzt, weil Strahlen fehlen. — *C. clypeus* Ehrenb. im Brackwasser; *C. Echeneis* Ehrenb. (Fig. 267 *A*) im Süßwasser.

Sect. III. *Hyalinae* Deby. Großes hyalines Feld, central, glatt, ohne Punktierung. — *C. Horologium* Williams marin.

Sect. IV. *Striatae* Deby. Mittelfeld mit deutlichen Streifen. — *C. Thuretii* Bréb. marin.

Sect. V. *Punctatae* Deby. Mittelfeld punktiert oder gestreift punktiert. — *C. hibernicus* Ehrenb. im Süßwasser; *C. eximius* Greg. marin.

Fig. 267. *A Campylodiscus Echeneis* Ehrenb. — *B C. noricus* Ehrenb. — *C C. superbus* Rab. (*A* nach W. Smith; *B* nach Van Heurck; *C* nach Rabenhorst.)

Anhang.

Pyxilleae.

Zellen kurz büchsenförmig, selten gestreckt büchsenförmig, dickschalig, meist bestachelt. Hälften sehr verschieden, verhalten sich wie Topf und Deckel zu einander. Sippe sehr unzusammenhängend, wahrscheinlich in Zukunft zu streichen, da die Gattungen derselben z. T. sicher, z. T. sehr wahrscheinlich unter besonderem Namen beschriebene Dauersporen anderer Gattungen, zumeist wahrscheinlich von *Chaetocereae* und *Rhizosolenieae* sind.

157. **Pyxilla** Grev. (*Pterotheca* Grun.) Zelle frei, gestreckt cylindrisch, 2schalig. Büchschenförmig, areoliert oder punktiert. Die beiden Schalen ungleich, jede mit einer kurzen, dicken Spitze endigend.

10 Arten, marin und fossil. — *P. Johnsoniana* Greville (Fig. 268).

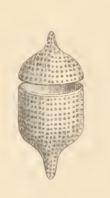


Fig. 268. *Pyxilla Johnsonia* Grev.

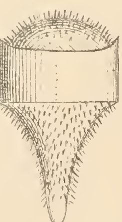


Fig. 269. *Kentrodiscus fossilis* Pant. (600/1). (Nach Pantocsek.)

158. **Kentrodiscus** Pant. (*Centrodiscus* Pant.) Schalen ungleich, Gürtelband

glatt; die eine mit centralem, dickem Horn, die andere convex, ohne Horn, beide stachelig.

1 Art, fossil. — *K. fossilis* Pant. (Fig. 269).

159. **Mastogonia** Ehrenb. Zellen nicht verkettet. Schalen ungleich, convex, kantig, zitzenförmig, in Schalenansicht fast kreisförmig, Centrum nicht bewehrt, Schalenmembran zusammenhängend. Structur nicht cellulos, zwischen den Kanten strahlig.

9 Arten, marin und fossil. — *M. simbirskiana* Pant. (Fig. 270).

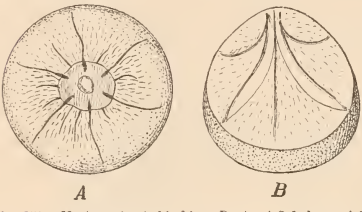


Fig. 270. *Mastogonia simbirskiana* Pant. *A* Schalenansicht; *B* schräg gesehen (500/1). (Nach Pantocsek.)

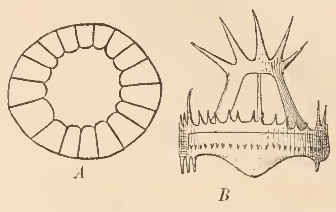


Fig. 271. *A Stephanogonia cincta* Pant. — *B S. actinoptychus* Ehrenb., Schalenansicht (600/1). (Nach Van Heurck.)

160. **Stephanogonia** Ehrenb. Schalen fast kreisförmig, die eine flach, fast eben, die andere eine abgestumpfte Pyramide mit vielen Seiten. Spitze abgeschnitten, mehr oder minder hoch. Die Seitenkanten mit oft gezähnten Kiellinien, Gipfelfläche mit Stachelkranz. Oft auch Gürtelband einseitig oder nach beiden Seiten mit Kranz von Dornen.

6 Arten, marin und fossil. — *S. cincta* Pant. (Fig. 271 *A*) und *S. actinoptychus* Ehrenb. (Fig. 271 *B*).

161. **Ktenodiscus** Pant. (*Ctenodiscus* Pant.) Zellen in Gürtelansicht stark convex, mit hyalinem, gesägtem Kamm umgeben. Schalenansicht fast kreisförmig, mit gegabelten Radialrippen, am Rande mit hyalinen, nackten, ovalen Feldern.

2 fossile Arten, z. B. *K. hungaricus* Pant. (Fig. 272).

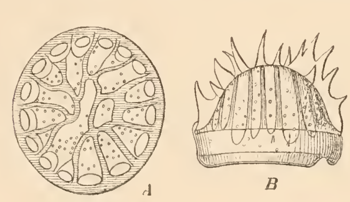


Fig. 272. *Ktenodiscus hungaricus* Pant. (Nach Pantocsek.)

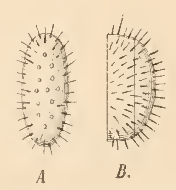


Fig. 273. *A Xanthiopyxis oblonga* Ehrenb., Schalenansicht. — *B X. cingulata* Ehrenb., eine halbe Zelle in Gürtelansicht.

162. **Xanthiopyxis** Ehrenb. (*Omphalotheca* Ehrenb., *Pyxidicula* Ehrenb.) Schalenansicht kreisförmig bis elliptisch. Oberfläche meist hyalin, weder reticuliert noch areoliert, noch granuliert, mit zerstreuten, kleinen Stacheln.

11 Arten, fossil. — *X. oblonga* Ehrenb. (Fig. 273 *A*) und *X. cingulata* Ehrenb. (Fig. 273 *B*).



Fig. 274. *Hercotheca mamillaris* Ehrenb., Gürtelansicht (300/1). (Nach Pritchard.)

163. **Hercotheca** Ehrenb. Zelle einfach. Schalen ungleich, eine Schale gewölbter als die andere, fast glatt. Beide mit Randkranz von geraden Borsten oder Stacheln.

1 fossile Art, *H. mamillaris* Ehrenb. (Fig. 274).

164. **Periptera** Ehrenb. Zelle eine Büchse aus 2 Schalen, in der Längsachse zusammengedrückt, eine Schale geflügelt oder gehörnt. Hörner bisweilen verzweigt am Schalendeckelrand inseriert.

2 Arten, marin. — *P. tetracladia* Ehrenb. (Fig. 275).

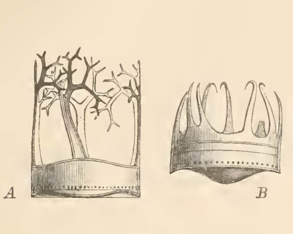


Fig. 275. *Periptera tetracladia* Ehrenb.

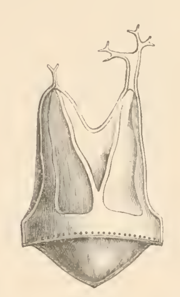


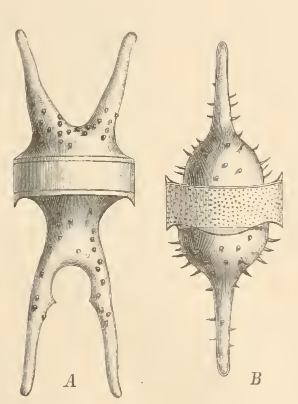
Fig. 276. *Dicladia mitra* Bail. (200|1).

165. **Dicladia** Ehrenb. Zelle niedriges Büchschen, aus 2 ungleichen Schalen bestehend, die eine (Boden) mit 2 dicken, mehr oder minder kegelförmigen Hörnern, häufig mit geweihartig verzweigten Stacheln und kurzem, ringförmigem Schalenmantel, die andere (Deckel) flacher, flach domartig gewölbt. Querschnitt elliptisch bis kreisförmig.

2 Arten, marin und fossil. — *D. mitra* Bail. (Fig. 276).

166. **Dicladiopsis** De Toni. Panzerhabitus wie *Dicladia.* Beide Schalen mit je 1 oder 2 Hörnern.

2 Arten, fossil. — *D. barbadensis* (Grev.) De Toni (Fig. 277 *A*) und *D. robusta* (Grev.) De Toni (Fig. 277 *B*).



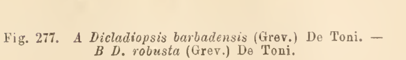


Fig. 277. *A Dicladiopsis barbadensis* (Grev.) De Toni. — *B D. robusta* (Grev.) De Toni.

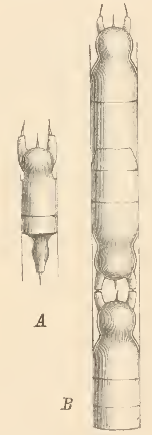


Fig. 278. *Syringidium Daemon* Grev. (400|1). (Nach Greville.)

167. **Syringidium** Ehrenb. Zellen lang cylindrisch. Zweischalig, bisweilen mit Gürtelband. Schalen gleich oder ungleich, meist bekopft, die eine mit 1, die andere mit 2 kurzen Längshörnern oder jede mit 2 Hörnern. Hörner bestachelt.

10 Arten, marin und fossil. Stellung zweifelhaft, z. T. vielleicht zu *Hemiaulus*, z. T. wahrscheinlich Sporen von *Solenieae*. — *S. Daemon* Grev. (Fig. 278).

168. **Goniothecium** Ehrenb. Zellen in Gürtelansicht mit Einschnürung, nach beiden Enden hin verjüngt und hier scharf abgeschnitten. Schalen glatt, annähernd elliptisch, ohne Stacheln und Dornen.

20 Arten, fossil. — *G. Odontella* Ehrenb. (Fig. 279 *A*) und *G. Ropersii* Ehrenb. (Fig. 279 *B*).

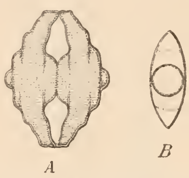


Fig. 279. *A Goniothecium Odontella* Ehrenb., Gürtelansicht. — *B G. Ropersii* Ehrenb., Schalenansicht (400/1). (Nach Brightwell.)

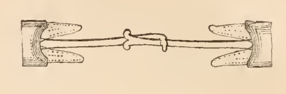


Fig. 280. *Syndetoneis amplectens* (Grove et Sturt) Grun. 2 Schalen benachbarter Zellen. Gürtelansicht (400/1). (Nach Grove et Sturt.)

Unsichere Gattungen.

169. **Syndetoneis** Grun. (*Syndetocystis* Ralfs). Schalen *Biddulphia*-artig, mit 2 hohen Polstern und dickem, oben geteiltem Centralhorn, das das Horn der benachbarten Schale umschlingt.

1 fossile Art, *S. amplectens* (Grove et Sturt) Grun. (Fig. 280).

170. **Peponia** Grev. Schalen hochgewölbt, in Schalenansicht fast kreisförmig, an 2 entgegengesetzten Seiten unvermittelt in eine stumpf-3eckige Spitze (Fortsatz) ausgezogen. Fortsatz am Ende in einen kurzen Buckel verlängert. Oberfläche der Schale und des Fortsatzes areoliert.

1 fossile Art, *P. barbadensis* Grev. (Fig. 281).

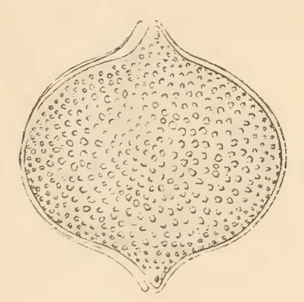


Fig. 281. *Peponia barbadensis* Grev.



Fig. 282. *Streptotheca Thamesis* Staubs. (Nach Van Heurck.)

171. **Streptotheca** Cleve. Membran nicht verkieselt. Die Zelle bildet ein sehr dünnes Band, das um cr. 180° um die Längsachse tordiert ist. Die Zellen zu Bandketten verbunden, zusammen ein langes, spiralig gedrehtes Band bildend. Unvollkommen bekannt. Zweifelhaft, ob überhaupt zu den *Bacillariaceae* gehörig.

1 Art im Brackwasser der Themsemündung. — *S. Thamesis* Staubs. (Fig. 282).

Folgende Namen, die als Namen von Bacillariaceen citiert sind, ließen sich nicht mit bestimmten *Bacillariaceae* identificieren: *Actiniscus* Ehrenb. (*Dictyocha*, *Silicoflagellata*), *Arthrodesmus* Ehrenb., *Aristella* Kütz., *Cladomphalus* Bail., *Dendrelion* Pant., *Discus* Stodder, *Heribaudia* Perag., *Microtheca* Ehrenb., *Parelion* A. Schmidt (*Ornithocercus*, *Peridiniaceae*), *Rosaria* Carmich., *Scapha* Edw. Mrt., *Spermatogonia* (Leud.) Fortm., *Symblepharis* Ehrenb., *Van Heurckiella* Pant. Schwammfrgm., *Vesiculifera* Hass., *Vorticella* Müller, *Wrightia* O'meara.

Register

zur 1. Abteilung b des I. Teiles:

Bacillariaceae (S. 31—150), **Gymnodiniaceae** (S. 2—6), **Peridiniaceae** (S. 9—30), **Prorocentraceae** (S. 6—9) von **F. Schütt.**

(Die Abteilungs-Register berücksichtigen die Familien und Gattungen und deren Synonyme; die Unterfamilien, Gruppen, Untergattungen und Sectionen werden in dem zuletzt erscheinenden General-Register aufgeführt.)



Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.









25

